

# IDM - Soutenance 1

## Groupe 1 - Les roboticiens

N. Salleron Y. Ghigoff K. Vu-Saintonge A. Archambault

14 Décembre 2017

# Sommaire

- 1 Introduction
- 2 Editeur de langage
- 3 Fonctionnement du drone
- 4 Les commandes du DSL
  - Prologue
  - Instructions basique
  - Instructions parallèles
  - Fonction
  - Le bloc "main" et les bibliothèques de fonctions
- 5 Environnement et tests de validations
  - Environnement
  - Tests de validations

# Introduction

## Une utilisation de plus en plus populaire

- Utilisation dans le cadre militaire dans les année 1990.
- De plus en plus populaire au sein du grand public.
- Las Vegas, CES 2016, présentation du "drone dance" par la société Parrot
- La télévision avec "La France a un incroyable talent"



FIGURE – Exemple de drone

# Introduction

## Contexte

- Domaine de la danse.
- Préparation d'une chorégraphie et exécution sur le terrain.
- Création d'un langage de programmation spécifique.

## Objectif

- Produire un langage de programmation **simple** et **compréhensible** pour l'utilisateur.
- Rendre l'utilisateur autonome.
- Adaptable à plusieurs drones.
- Faire danser le drone.



FIGURE — Autre exemple de drone

# Editeur de langage

## Description de l'éditeur

Notre éditeur possède les fonctionnalités suivantes :

- Auto-complétion du langage.
- Détection des fautes syntaxiques.
- Détection des erreurs de cohérence dans les scénarios.

# Editeur de langage

## Description de l'éditeur

Notre éditeur possède les fonctionnalités suivantes :

- Auto-complétion du langage.
- Détection des fautes syntaxiques.
- Détection des erreurs de cohérence dans les scénarios.

## Écriture de la chorégraphie

- L'utilisateur écrit sa chorégraphie par une suite d'action séparée par un retour à la ligne.
- Une chorégraphie commence par un décollage et un atterrissage.
- Usage possible de fonctions et d'instruction simple.

# Editeur de langage

## Description de l'éditeur

Notre éditeur possède les fonctionnalités suivantes :

- Auto-complétion du langage.
- Détection des fautes syntaxiques.
- Détection des erreurs de cohérence dans les scénarios.

## Écriture de la chorégraphie

- L'utilisateur écrit sa chorégraphie par une suite d'action séparée par un retour à la ligne.
- Une chorégraphie commence par un décollage et un atterrissage.
- Usage possible de fonctions et d'instruction simple.

## Conditions de fonctionnement

- Le drone utilisé est un drone à hélices.
- Le drone est allumé, connecté via Wi-Fi à l'ordinateur.
- Le drone doit être utilisé dans un endroit sans un vent fort.
- Le programme utilisateur réalisé sous Eclipse Oxygen version 4.7.0.
- Java version 1.8.

# Fonctionnement du drone

## Mouvements sur les axes

Le drone évoluant dans un environnement 3D, ce dernier peut effectuer différentes actions :

- Altitude : évolution sur l'axe Z.  
Correspond aux instructions "**monter**" et "**descendre**"
- Roll : évolution sur l'axe X.  
Correspond aux instructions "**gauche**" et "**droite**"
- Pitch : évolution sur l'axe Y.  
Correspond aux instructions "**avancer**" et "**reculer**"



# Fonctionnement du drone

## Mouvements sur les axes

Le drone évoluant dans un environnement 3D, ce dernier peut effectuer différentes actions :

- Altitude : évolution sur l'axe Z.  
Correspond aux instructions "**monter**" et "**descendre**"
- Roll : évolution sur l'axe X.  
Correspond aux instructions "**gauche**" et "**droite**"
- Pitch : évolution sur l'axe Y.  
Correspond aux instructions "**avancer**" et "**reculer**"

## Éléments particuliers

- Décollage et Atterrissage : correspond aux instructions "**decoller**" et "**atterrir**"
- Pause : correspond à l'instruction "**pause**"
- Rotation : correspond aux instructions "**rotationGauche**" et "**rotationDroite**"

# Fonctionnement du drone

## Mouvements sur les axes

Le drone évoluant dans un environnement 3D, ce dernier peut effectuer différentes actions :

- Altitude : évolution sur l'axe Z.  
Correspond aux instructions "**monter**" et "**descendre**"
- Roll : évolution sur l'axe X.  
Correspond aux instructions "**gauche**" et "**droite**"
- Pitch : évolution sur l'axe Y.  
Correspond aux instructions "**avancer**" et "**reculer**"

## Éléments particuliers

- Décollage et Atterrissage : correspond aux instructions "**decoller**" et "**atterrir**"
- Pause : correspond à l'instruction "**pause**"
- Rotation : correspond aux instructions "**rotationGauche**" et "**rotationDroite**"

## Cas de la caméra

- Caméra : Il n'est pas standard qu'un drone possède une caméra.



FIGURE — Exemple de drone sans caméra

# Prologue

## Définir 5 constantes de vol

- **define vitesse\_hauteur\_max** : vitesse maximale d'élévation du drone pour la chorégraphie.
- **define vitesse\_deplacement\_max** : vitesse maximale de déplacement sur le plan horizontal du drone pour la chorégraphie.
- **define vitesse\_rotation\_max** : vitesse maximale de rotation du drone pour la chorégraphie.
- **define hauteur\_max** : Cette constante permet de limiter l'altitude maximale du drone en vol.
- **define eloignement\_max** : Cette constante permet de contrôler la distance horizontale du drone en vol par rapport au point de décollage.

Exemple de define :

```
define vitesse_hauteur_max 50%
```

# Instructions basique

Le but est de rendre accessible le pilotage de drone aux chorégraphes.

## Les 11 instructions basiques

- **decoller**
  - **atterrir**
  - **pause(durée : Seconde)**
  - **monter(durée : Seconde, vitesse\_verticale : Pourcentage)**
  - **decendre(durée : Seconde, vitesse\_verticale : Pourcentage)**
  - **avancer(durée : Seconde, vitesse\_deplacement : Pourcentage)**
  - **reculer(durée : Seconde, vitesse\_deplacement : Pourcentage)**
  - **gauche(durée : Seconde, vitesse\_deplacement : Pourcentage)**
  - **droite(durée : Seconde, vitesse\_deplacement : Pourcentage)**
  - **rotationGauche(durée : Seconde, vitesse\_rotation : Pourcentage)**
  - **rotationDroite(durée : Seconde, vitesse\_rotation : Pourcentage)**
- 
- 1er paramètre est la durée du mouvement, en Seconde.
  - 2ème paramètre est la vitesse du mouvement, en pourcentage. Il représente la vitesse du drone par rapport à la vitesse définie dans la section "prologue".

# Les Instructions parallèles

- Notre langage intègre un mécanisme d'exécution d'instructions parallèle.
- Il est possible d'ordonner au drone de faire plusieurs instructions en même temps.
- Mécanisme implémenter par le symbole '&'.

# Les Instructions parallèles

- Notre langage intègre un mécanisme d'exécution d'instructions parallèle.
- Il est possible d'ordonner au drone de faire plusieurs instructions en même temps.
- Mécanisme implémenter par le symbole '&'.
- Disponible que pour certaines instructions comme :
  - 1 monter
  - 2 descendre
  - 3 avancer
  - 4 reculer
  - 5 gauche
  - 6 droite
  - 7 rotationGauche
  - 8 rotationDroite

# Les Instructions parallèles

- Notre langage intègre un mécanisme d'exécution d'instructions parallèle.
- Il est possible d'ordonner au drone de faire plusieurs instructions en même temps.
- Mécanisme implémenter par le symbole '&'.
- Disponible que pour certaines instructions comme :
  - 1 monter
  - 2 descendre
  - 3 avancer
  - 4 reculer
  - 5 gauche
  - 6 droite
  - 7 rotationGauche
  - 8 rotationDroite
- Maximum de 3 instructions parallélisable.

Exemple :

`monter(1,10%) & descendre(4,20%)`

# Les Instructions parallèles

- Notre langage intègre un mécanisme d'exécution d'instructions parallèle.
- Il est possible d'ordonner au drone de faire plusieurs instructions en même temps.
- Mécanisme implémenter par le symbole '&'.
- Disponible que pour certaines instructions comme :
  - 1 monter
  - 2 descendre
  - 3 avancer
  - 4 reculer
  - 5 gauche
  - 6 droite
  - 7 rotationGauche
  - 8 rotationDroite
- Maximum de 3 instructions parallélisable.

Exemple :

`monter(1,10%) & descendre(4,20%)`

-> Impossible les deux commandes s'opposent.

`gauche(3,25%) & gauche(4,20%)`



# Les Instructions parallèles

- Notre langage intègre un mécanisme d'exécution d'instructions parallèle.
- Il est possible d'ordonner au drone de faire plusieurs instructions en même temps.
- Mécanisme implémenter par le symbole '&'.
- Disponible que pour certaines instructions comme :
  - 1 monter
  - 2 descendre
  - 3 avancer
  - 4 reculer
  - 5 gauche
  - 6 droite
  - 7 rotationGauche
  - 8 rotationDroite
- Maximum de 3 instructions parallélisable.

Exemple :

**monter(1,10%) & descendre(4,20%)**

-> Impossible les deux commandes s'opposent.

**gauche(3,25%) & gauche(4,20%)**

-> Impossible les deux commandes sont de même type.

**rotationDroite(2,25%) & avancer(5,20%)**

# Les Instructions parallèles

- Notre langage intègre un mécanisme d'exécution d'instructions parallèle.
- Il est possible d'ordonner au drone de faire plusieurs instructions en même temps.
- Mécanisme implémenter par le symbole '&'.
- Disponible que pour certaines instructions comme :
  - 1 monter
  - 2 descendre
  - 3 avancer
  - 4 reculer
  - 5 gauche
  - 6 droite
  - 7 rotationGauche
  - 8 rotationDroite
- Maximum de 3 instructions parallélisable.

Exemple :

**monter(1,10%) & descendre(4,20%)**

-> Impossible les deux commandes s'opposent.

**gauche(3,25%) & gauche(4,20%)**

-> Impossible les deux commandes sont de même type.

**rotationDroite(2,25%) & avancer(5,20%)**

-> Ok

# Les fonctions

- Le langage permet de définir des fonctions.
- Les fonctions sont une suite d'instructions séquentielles.
- Il n'est pas possible de paralléliser deux fonctions.
- Une fonction ne peut pas s'appeler elle-même.
- Une fonction ne peut pas appeler d'autres fonctions.

Exemple :

```
func maFonction() {  
    rotationDroite(2,25%) & avancer(5,20%)  
    droite(3,80%)  
    avancer(4,10%)  
}
```

# Le bloc "main" et les bibliothèques de fonctions

Le point d'entrée "main { }" :

- Défini par le mot clé "main"
- Le contenu de ce bloc d'instruction sera exécuté.
- Il est le seul à pouvoir appeler des fonctions.

# Le bloc "main" et les bibliothèques de fonctions

Le point d'entrée "main {}" :

- Défini par le mot clé "main"
- Le contenu de ce bloc d'instruction sera exécuté.
- Il est le seul à pouvoir appeler des fonctions.

Exemple :

```
main {  
    decoller()  
    gauche(1,10%)  
    avancer(4,34%)  
    maFonction()  
    atterrir()  
}  
func maFonction() {  
    rotationDroite(2,25%) & avancer(5,20%)  
    droite(3,80%)  
    avancer(4,10%)  
}
```

# Le bloc "main" et les bibliothèques de fonctions

Le point d'entrée "main { }" :

- Défini par le mot clé "main"
- Le contenu de ce bloc d'instruction sera exécuté.
- Il est le seul à pouvoir appeler des fonctions.

Exemple :

```
main {  
    decoller()  
    gauche(1,10%)  
    avancer(4,34%)  
    maFonction()  
    atterrir()  
}  
func maFonction() {  
    rotationDroite(2,25%) & avancer(5,20%)  
    droite(3,80%)  
    avancer(4,10%)  
}
```

Les bibliothèques de fonctions :

- Possibilité d'utiliser des fonctions définies dans des fichiers .lib\_drone.
- Doivent être dans le même répertoire que le fichier appelant les fonctions.

# Le bloc "main" et les bibliothèques de fonctions

Le point d'entrée "main { }" :

- Défini par le mot clé "main"
- Le contenu de ce bloc d'instruction sera exécuté.
- Il est le seul à pouvoir appeler des fonctions.

Exemple :

```
main {  
    decoller()  
    gauche(1,10%)  
    avancer(4,34%)  
    maFonction()  
    atterrir()  
}  
func maFonction() {  
    rotationDroite(2,25%) & avancer(5,20%)  
    droite(3,80%)  
    avancer(4,10%)  
}
```

Les bibliothèques de fonctions :

- Possibilité d'utiliser des fonctions définies dans des fichiers .lib\_drone.
- Doivent être dans le même répertoire que le fichier appelant les fonctions.

Exemple :

```
import <monFichier.lib_drone>
```

# Le bloc "main" et les bibliothèques de fonctions

Le point d'entrée "main {}" :

- Défini par le mot clé "main"
- Le contenu de ce bloc d'instruction sera exécuté.
- Il est le seul à pouvoir appeler des fonctions.

Exemple :

```
main {  
    decoller()  
    gauche(1,10%)  
    avancer(4,34%)  
    maFonction()  
    atterrir()  
}  
func maFonction() {  
    rotationDroite(2,25%) & avancer(5,20%)  
    droite(3,80%)  
    avancer(4,10%)  
}
```

Les bibliothèques de fonctions :

- Possibilité d'utiliser des fonctions définies dans des fichiers .lib\_drone.
- Doivent être dans le même répertoire que le fichier appelant les fonctions.

Exemple :

```
import <monFichier.lib_drone>
```

Utilisation du mot-clé "extern" pour référencer la fonction de la bibliothèque que nous souhaitons utiliser.

Exemple :

```
import <monFichier.lib_drone>  
extern func toto()
```



# Environnement

## Lancement de l'environnement

- via un script shell.

# Environnement

## Lancement de l'environnement

- via un script shell.

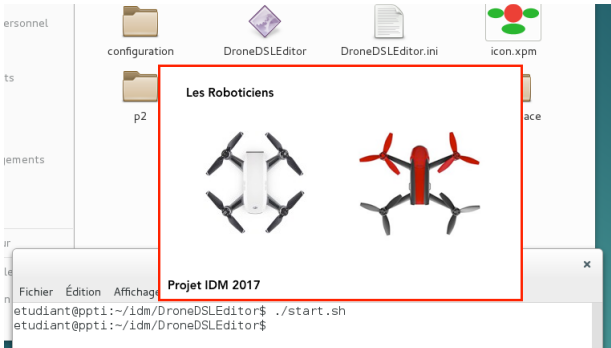


FIGURE – Image de lancement de l'application

# Environnement

## Création d'un projet

- via l'interface graphique (file -> new -> project).
- création/ajout des fichiers ".main\_drone" et ".lib\_drone" manuellement.

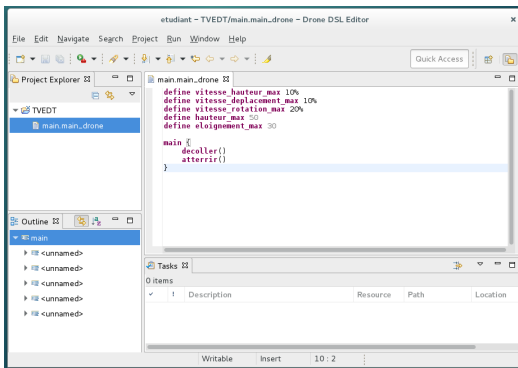


FIGURE – Environnement de développement

# Tests de validations

Validation :	TVEDT-01
Contexte :	L'utilisateur a démarré son éditeur.
Entrée :	aucune
Scénario :	<pre>define vitesse_hauteur_max 100% define vitesse_deplacement_max 40% define vitesse_rotation_max 50% define hauteur_max 10 define eloignement_max 4  main {     decoller()     gauche(1,10%)     atterrir() }</pre>
Résultat attendu :	Aucune erreur n'est détectée par l'éditeur.

# Tests de validations

Validation :	TVEDT-02
Contexte :	L'utilisateur a démarré son éditeur.
Entrée :	aucune
Scénario :	<pre>define vitesse_hauteur_max 100% define vitesse_deplacement_max 40% define vitesse_rotation_max 50% define hauteur_max 10 define eloignement_max 4  main {     decoller()     monter(1,20%)     avancer(1,20%)     reculer(1,20%)     atterrir() }</pre>
Résultat attendu :	Aucune erreur n'est détectée par l'éditeur.

# Résultats TVEDT-01 et TVEDT-02

```
main.main_drone  ⌘  
  
define vitesse_hauteur_max 100%  
define vitesse_deplacement_max 40%  
define vitesse_rotation_max 50%  
define hauteur_max 10  
define eloignement_max 4  
  
main {  
    decoller()  
    gauche(1,10%)  
    atterrir()  
}
```

FIGURE – Résultat de TVEDT-01

```
main.main_drone  ⌘  
  
define vitesse_hauteur_max 100%  
define vitesse_deplacement_max 40%  
define vitesse_rotation_max 50%  
define hauteur_max 10  
define eloignement_max 4  
  
main {  
    decoller()  
    monter(1,20%)  
    avancer(1,20%)  
    reculer(1,20%)  
    atterrir()  
}
```

FIGURE – Résultat de TVEDT-02

# Tests de validations

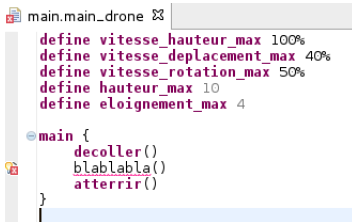
Validation :	TVEDT-03
Contexte :	L'utilisateur a démarré son éditeur.
Entrée :	aucune
Scénario :	<pre>define vitesse_hauteur_max 100% define vitesse_deplacement_max 40% define vitesse_rotation_max 50% define hauteur_max 10 define eloignement_max 4  main {     decoller()     blablabla()     atterrir() }</pre>
Résultat attendu :	Une erreur est détectée sur la commande <i>blablabla</i> .

# Tests de validations

Validation :	TVEDT-04
Contexte :	L'utilisateur a démarré son éditeur.
Entrée :	aucune
Scénario :	<pre>define vitesse_hauteur_max 100% define vitesse_deplacement_max 40% define vitesse_rotation_max 50% define hauteur_max 10 define eloignement_max 4  main {     decoller()     monter("hello")     atterrir() }</pre>
Résultat attendu :	Une erreur est détectée sur la commande <i>monter</i> .

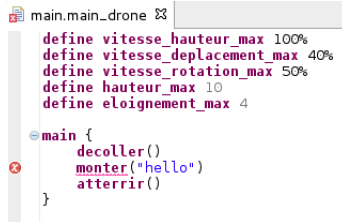


# Résultats TVEDT-03 et TVEDT-04



```
main.main_drone  ⌘  
  
define vitesse_hauteur_max 100%  
define vitesse_deplacement_max 40%  
define vitesse_rotation_max 50%  
define hauteur_max 10  
define eloignement_max 4  
  
main {  
  decoller()  
  blablabla()  
  atterrir()  
}
```

FIGURE – Résultat de TVEDT-03



```
main.main_drone  ⌘  
  
define vitesse_hauteur_max 100%  
define vitesse_deplacement_max 40%  
define vitesse_rotation_max 50%  
define hauteur_max 10  
define eloignement_max 4  
  
main {  
  decoller()  
  monter("hello")  
  atterrir()  
}
```

FIGURE – Résultat de TVEDT-04

# Tests de validations

Validation :	TVEDT-05
Contexte :	L'utilisateur a démarré son éditeur.
Entrée :	aucune
Scénario :	<pre>define vitesse_hauteur_max 100% define vitesse_deplacement_max 40% define vitesse_rotation_max 50% define hauteur_max 10 define eloignement_max 4  main {     decoller()     atterrir()     monter(1,20%) }</pre>
Résultat attendu :	Une erreur est détectée sur la commande <i>monter</i> .

# Tests de validations

Validation :	TVEDT-06
Contexte :	L'utilisateur a démarré son éditeur.
Entrée :	aucune
Scénario :	<pre>define vitesse_hauteur_max 100% define vitesse_deplacement_max 40% define vitesse_rotation_max 50% define hauteur_max 10 define eloignement_max 4  main {     monter(1,20%)     decoller()     atterrir() }</pre>
Résultat attendu :	Une erreur est détectée sur la commande <i>monter</i> .

# Résultats TVEDT-05 et TVEDT-06

```
main.main_drone  ⌘  
  
define vitesse_hauteur_max 100%  
define vitesse_deplacement_max 40%  
define vitesse_rotation_max 50%  
define hauteur_max 10  
define eloignement_max 4  
  
main {  
    decoller()  
    atterrir()  
    monter(1, 20%)  
}
```

FIGURE – Résultat de TVEDT-05

```
main.main_drone  ⌘  
  
define vitesse_hauteur_max 100%  
define vitesse_deplacement_max 40%  
define vitesse_rotation_max 50%  
define hauteur_max 10  
define eloignement_max 4  
  
main {  
    monter(1, 20%)  
    decoller()  
    atterrir()  
}
```

FIGURE – Résultat de TVEDT-06

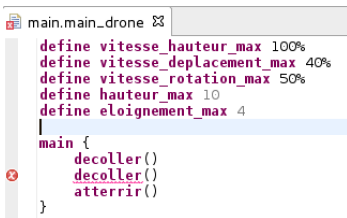
# Tests de validations

Validation :	TVEDT-07
Contexte :	L'utilisateur a démarré son éditeur.
Entrée :	aucune
Scénario :	<pre>define vitesse_hauteur_max 100% define vitesse_deplacement_max 40% define vitesse_rotation_max 50% define hauteur_max 10 define eloignement_max 4  main {     decoller()     decoller()     atterrir() }</pre>
Résultat attendu :	Une erreur est détectée sur la deuxième commande <i>decoller</i> .

# Tests de validations

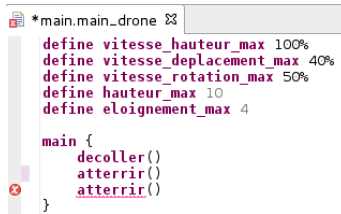
Validation :	TVEDT-08
Contexte :	L'utilisateur a démarré son éditeur.
Entrée :	aucune
Scénario :	<pre>define vitesse_hauteur_max 100% define vitesse_deplacement_max 40% define vitesse_rotation_max 50% define hauteur_max 10 define eloignement_max 4  main {     decoller()     atterrir()     atterrir() }</pre>
Résultat attendu :	Une erreur est détectée sur la deuxième commande <i>atterrir</i> .

# Résultats TVEDT-07 et TVEDT-08



```
main.main_drone ⌵
define vitesse_hauteur_max 100%
define vitesse_deplacement_max 40%
define vitesse_rotation_max 50%
define hauteur_max 10
define eloignement_max 4
main {
  decoller()
  decoller()
  atterrir()
}
```

FIGURE – Résultat de TVEDT-07



```
*main.main_drone ⌵
define vitesse_hauteur_max 100%
define vitesse_deplacement_max 40%
define vitesse_rotation_max 50%
define hauteur_max 10
define eloignement_max 4
main {
  decoller()
  atterrir()
  atterrir()
}
```

FIGURE – Résultat de TVEDT-08

# Tests de validations

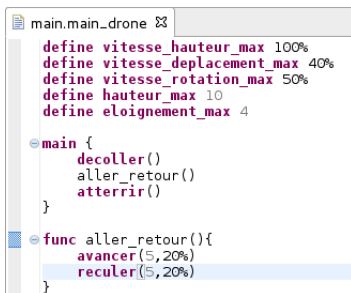
Validation :	TVEDT-09
Contexte :	L'utilisateur a démarré son éditeur.
Entrée :	aucune
Scénario :	<pre>define vitesse_hauteur_max 100% define vitesse_deplacement_max 40% define vitesse_rotation_max 50% define hauteur_max 10 define eloignement_max 4  main {     decoller()     aller_retour()     atterrir() }  func aller_retour() {     avancer(5,20%)     reculer(5,20%) }</pre>
Résultat attendu :	Aucune erreur n'est détectée par l'éditeur.



# Tests de validations

Validation :	TVEDT-10
Contexte :	L'utilisateur a démarré son éditeur.
Entrée :	aucune
Scénario :	<pre>define vitesse_hauteur_max 100% define vitesse_deplacement_max 40% define vitesse_rotation_max 50% define hauteur_max 10 define eloignement_max 4  main {     decoller()     foo()     atterrir() } func bar() {     avancer(5,20%) }</pre>
Résultat attendu :	Une erreur est détectée sur l'appel de la fonction <i>foo</i> .

# Résultats TVEDT-09 et TVEDT-10

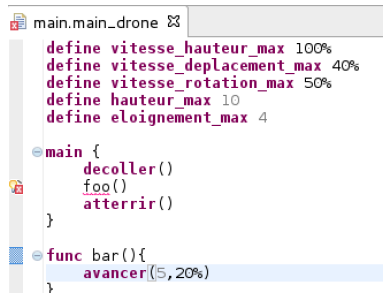


```
main.main_drone ⌵
define vitesse_hauteur_max 100%
define vitesse_deplacement_max 40%
define vitesse_rotation_max 50%
define hauteur_max 10
define eloignement_max 4

main {
  decoller()
  aller_retour()
  atterrir()
}

func aller_retour(){
  avancer(5, 20%)
  reculer(5, 20%)
}
```

FIGURE – Résultat de TVEDT-09



```
main.main_drone ⌵
define vitesse_hauteur_max 100%
define vitesse_deplacement_max 40%
define vitesse_rotation_max 50%
define hauteur_max 10
define eloignement_max 4

main {
  decoller()
  foo()
  atterrir()
}

func bar(){
  avancer(5, 20%)
}
```

FIGURE – Résultat de TVEDT-10

# Tests de validations

Validation :	TVEDT-11
Contexte :	L'utilisateur a démarré son éditeur.
Entrée :	aucune
Scénario :	<pre>define vitesse_hauteur_max 100% define vitesse_deplacement_max 40% define vitesse_rotation_max 50% define hauteur_max 10 define eloignement_max 4  main {     decoller()     monter(1,20%) &amp; avancer(1,20%)     atterrir() }</pre>
Résultat attendu :	Aucune erreur n'est détectée par l'éditeur.

# Tests de validations

Validation :	TVEDT-12
Contexte :	L'utilisateur a démarré son éditeur.
Entrée :	aucune
Scénario :	<pre>define vitesse_hauteur_max 100% define vitesse_deplacement_max 40% define vitesse_rotation_max 50% define hauteur_max 10 define eloignement_max 4  main {     decoller()     monter(1,20%) &amp; descendre(1,20%)     atterrir() }</pre>
Résultat attendu :	Une erreur est détectée sur l'appel de la composition parallèle des fonctions <i>monter</i> et <i>descendre</i>

# Résultats TVEDT-11 et TVEDT-12

```
main.main_drone  ⌕  
  
define vitesse_hauteur_max 100%  
define vitesse_deplacement_max 40%  
define vitesse_rotation_max 50%  
define hauteur_max 10  
define eloignement_max 4  
  
main {  
  decoller()  
  monter(1,20%) & avancer(1,20%)  
  atterrir()  
}
```

FIGURE – Résultat de TVEDT-11

```
main.main_drone  ⌕  
  
define vitesse_hauteur_max 100%  
define vitesse_deplacement_max 40%  
define vitesse_rotation_max 50%  
define hauteur_max 10  
define eloignement_max 4  
  
main {  
  decoller()  
  monter(1,20%) & descendre(1,20%)  
  atterrir()  
}
```

FIGURE – Résultat de TVEDT-12