

# B2-5

## Acquisition et traitement des données



# Sommaire

<b>1. Généralités .....</b>	<b>3</b>
1.1 Objet .....	3
1.2 Diffusion.....	3
1.3 Acronymes.....	3
1.4 Fichiers référencés .....	3
<b>2. Principe général.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Interfaces pilote .....</b>	<b>5</b>
3.1 Principe.....	5
3.2 Architecture globale de l'installation .....	5
3.3 Module d'acquisition .....	6
3.4 Affectations .....	6
3.5 Paramétrage de la carte : .....	7
3.6 Câblage côté simulateur.....	8
<b>4. Données simulateur numérique.....</b>	<b>9</b>
4.1 Principe.....	9
4.2 Liste des données simulateur numérique disponibles .....	9
4.2.1 Données tableau de bord .....	9
4.2.2 Données interface pilote.....	10
4.2.3 Données aérodynamique avion.....	10
4.2.4 Données comportement avion.....	10
<b>5. Capteur attitude IMU/AHRS.....</b>	<b>11</b>
5.1 Objectif de la mesure.....	11
5.2 Le capteur IMU/AHRS .....	11
5.3 Traitement des données.....	12
5.4 Liste des données disponibles sur le capteur d'attitude .....	12
<b>6. Bus CANopen .....</b>	<b>13</b>
6.1 Principe de collecte des données.....	13
6.1.1 Données de commande .....	13
6.1.2 Données servomoteurs .....	13
6.1.3 Schéma de principe.....	13
6.2 Liste des données disponibles sur le bus CAN .....	14
6.2.1 Données de commande .....	14
6.2.2 Données des servomoteurs.....	14

# 1. Généralités

## 1.1 Objet

Le présent document décrit le principe de la chaîne d'acquisition des données du simulateur NOVAFLY et le paramétrage des composants associés.

## 1.2 Diffusion

Propriétaires du système NOVAFLY

## 1.3 Acronymes

NOVAFLY	Nom du système SEVPro5-didactisé
SEV	Nom du sous ensemble cellule simulateur (Système d'Entrainement au Vol)
PMD	Nom du Sous ensemble plateforme (Plateforme Mobile Dynamique)

## 1.4 Fichiers référencés

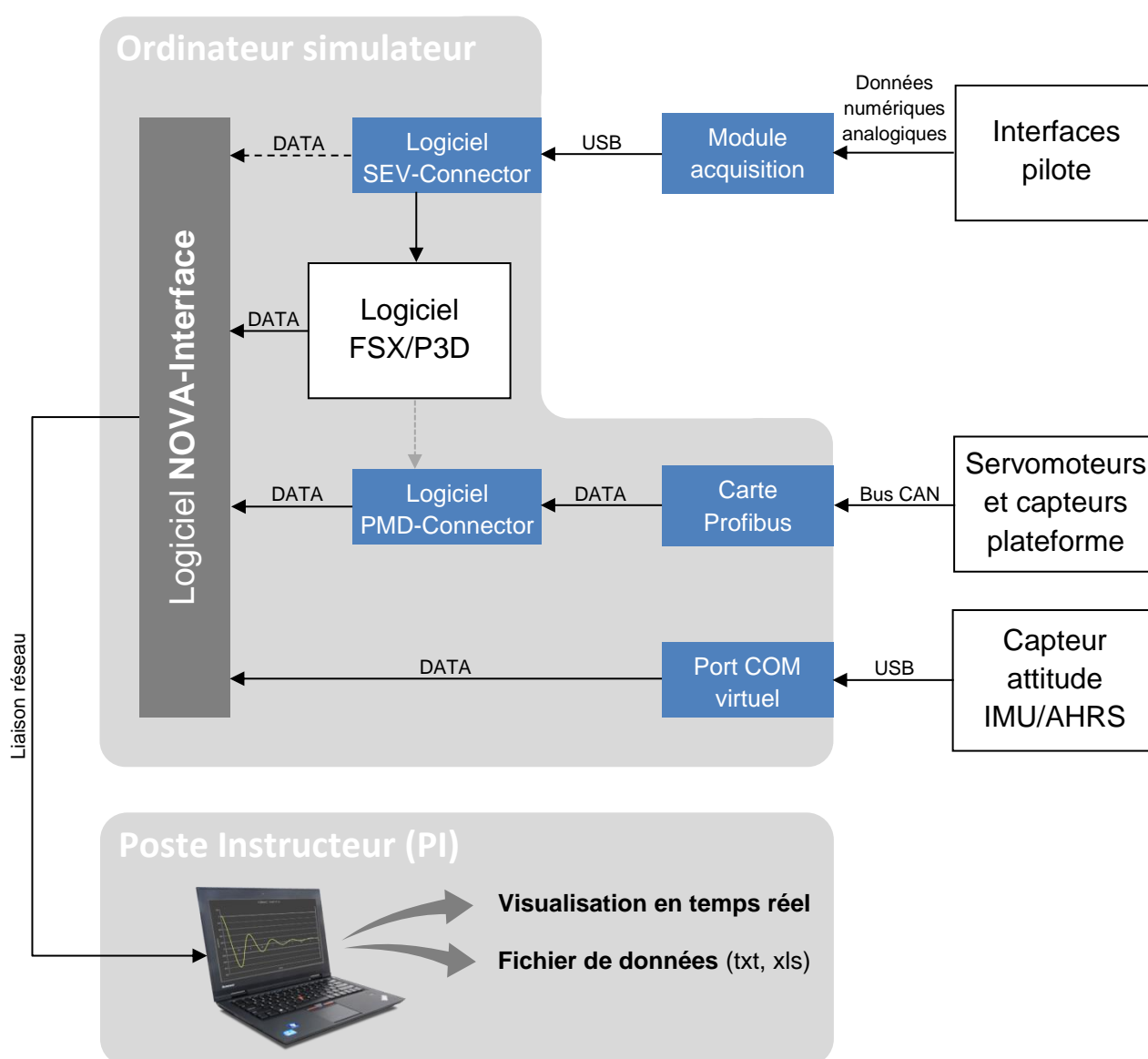
- **Documentations techniques :**
  - Carte entrées/sorties USB/HID : → [Document B3-6](#)
  - Capteur d'attitude AHRS marque Navéol : → [Document B3-7](#)

## 2. Principe général

Le système est livré avec un dispositif d'extraction, d'acquisition et de traitement des informations liées au fonctionnement du système. Ces informations proviennent de quatre sources et supports distincts :

- Les interfaces du pilote (commandes de vol, tableau de bord, console latérale),
- La plateforme PMD (information des moteurs, variateurs, codeurs, capteurs),
- Le capteur d'attitude IMU/AHRS (inclinaisons, accélérations du châssis SEV),
- Le logiciel de simulation (variables numériques du comportement avion),

Ces données, qui peuvent être visualisées en temps réel, sont enregistrées dans un fichier texte ou Excel selon une base de temps paramétrable (→ [manuel utilisation A2-1](#)).

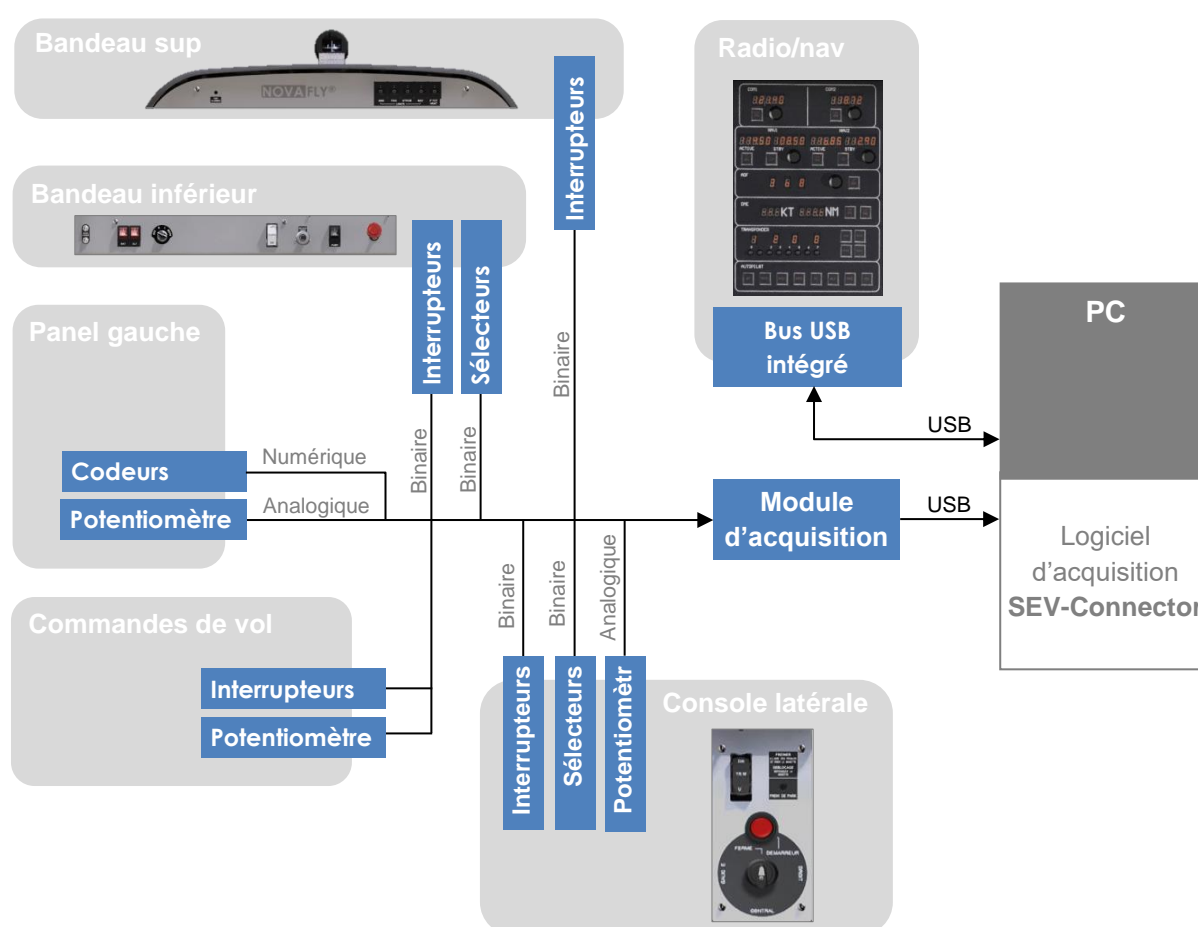


## 3. Interfaces pilote

### 3.1 Principe

L'ensemble des variables provenant des actions du pilote (commandes de vol, tableau de bord, console latérale) qui permettent d'agir sur le contrôle de l'avion, sont transmises au logiciel de simulation par l'intermédiaire d'un module d'acquisition (→ [documentation B3-6](#)) relié au PC en USB, et du logiciel spécifique **SEV-Connector**.

### 3.2 Architecture globale de l'installation



### 3.3 Module d'acquisition

Le module d'acquisition, situé dans la baie informatique derrière le tableau de bord, est constitué d'une carte entrée/sortie USB au format HID (→ [Documentation B3-6](#)). Cette carte permet d'assurer une interface d'entrée/sortie entre des variables électriques du tableau de bord, de la console latérale ou des commandes de vol et le PC du simulateur.

Elle est raccordée au PC via une liaison USB, et aux équipements via un faisceau électrique intégré au simulateur.

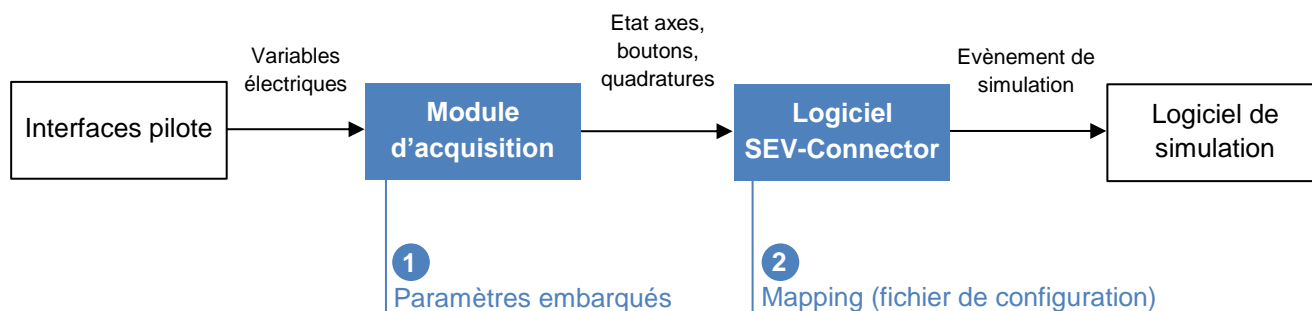
Elle est paramétrable à l'aide du logiciel **U-config** installé sur le PC du simulateur (cf §.3.5).



### 3.4 Affectations

Le paramétrage de la chaîne d'acquisition « interface pilote » se décompose en 2 niveaux :

- 1 **Programmation du module d'acquisition :**  
L'affectation des propriétés de chaque entrée/sortie (entrée binaire, numérique, analogique, +5V, identification des variables) est enregistrée sur la carte à l'aide du logiciel de paramétrage **U-config.exe**, installé sur le PC du simulateur ;
- 2 **Programmation du logiciel SEV-Connector :**  
L'activation dans le logiciel de simulation des événements correspondants aux informations émanant du module d'acquisition est assurée par le logiciel **SEV-Connector**.



### 3.5 Paramétrage de la carte :

La carte HID est paramétrée par ASAP INDUSTRIE et son paramétrage ne doit pas être modifié sans accord préalable.

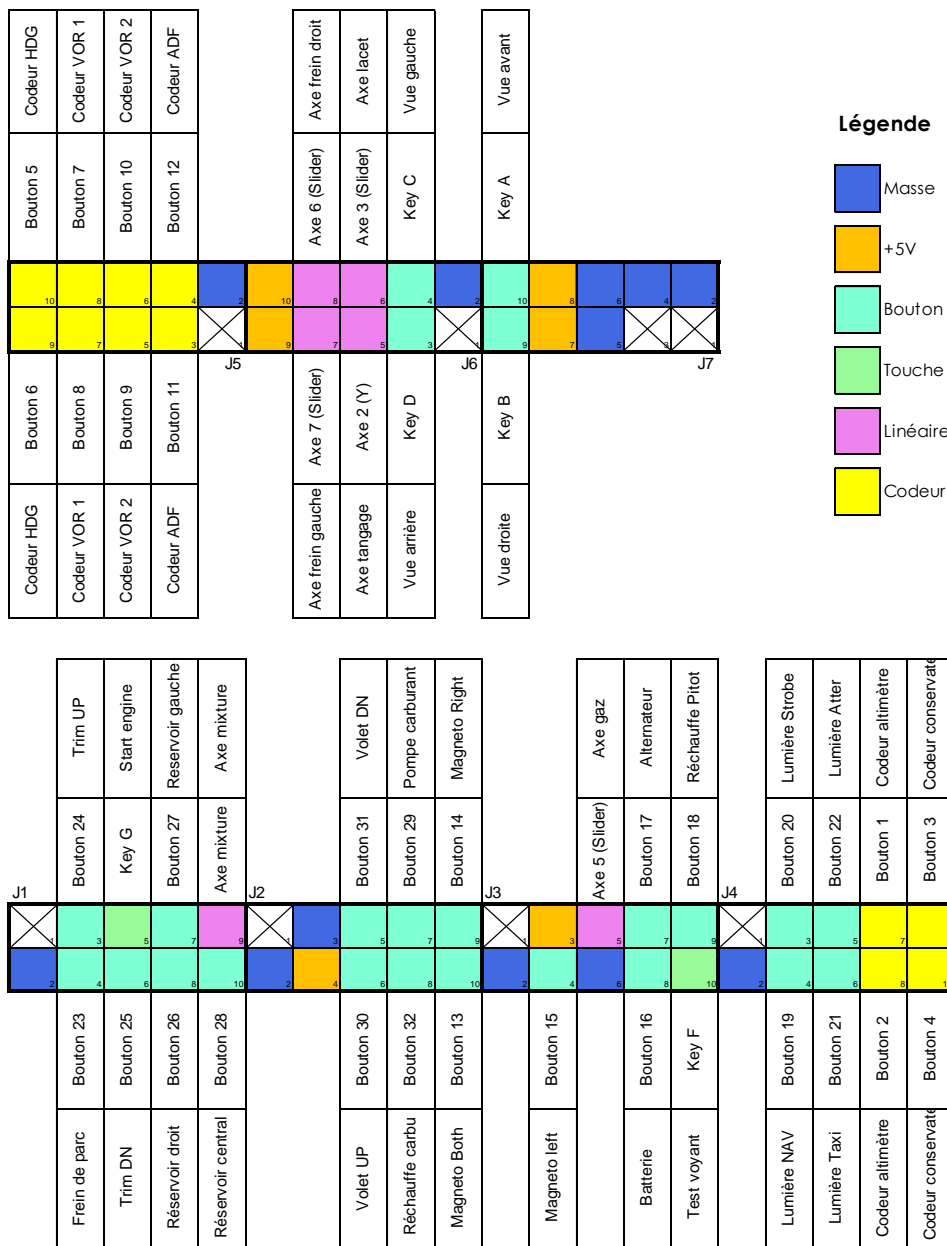


**AVERTISSEMENT**

Toute modification des paramètres peut entrainer des dommages au matériel (risque de court-circuit en cas de mauvais paramétrage).

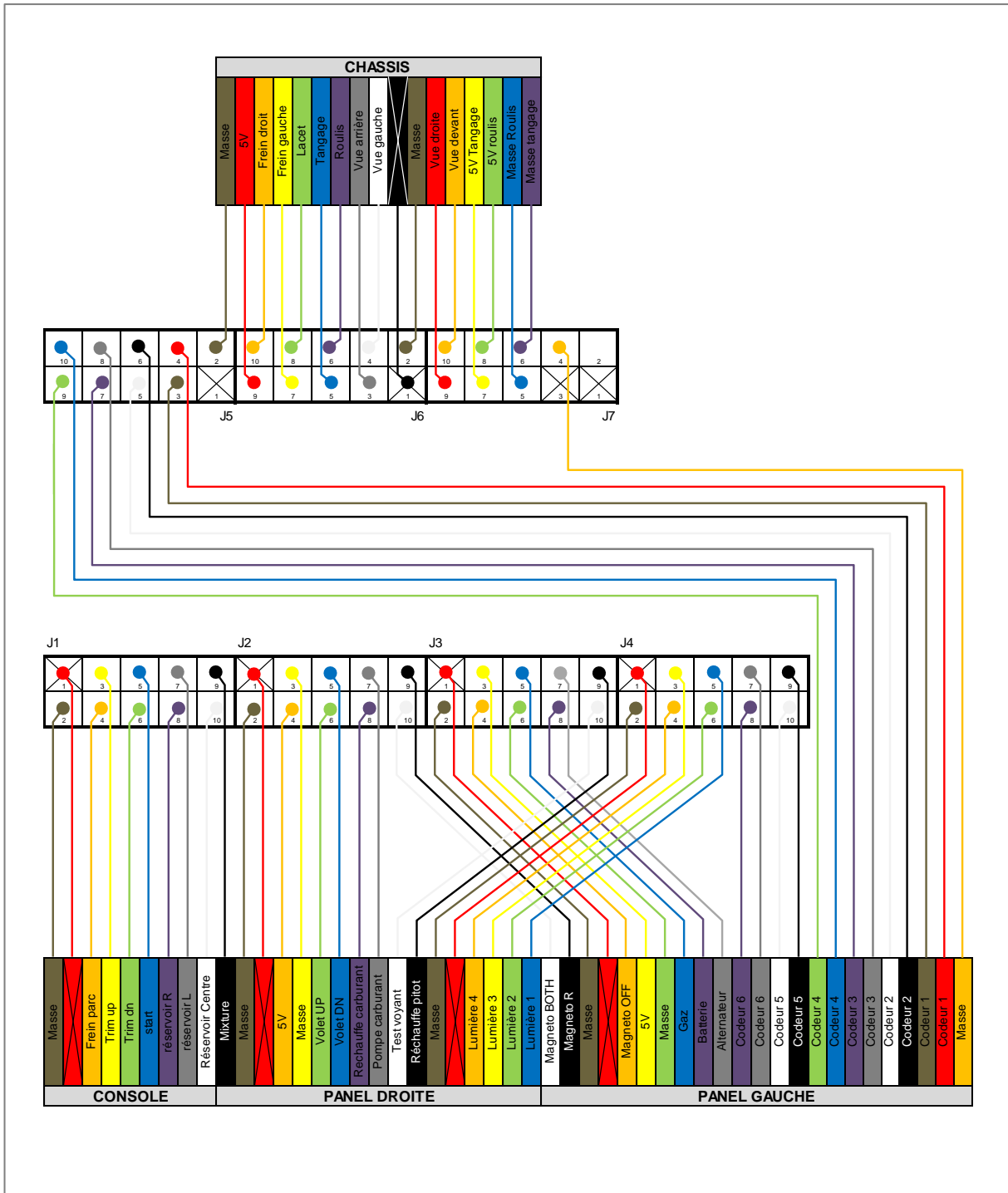
Pour plus d'information sur la carte HID et ses fonctionnalités, merci de consulter le manuel technique → [Documentation B3-6](#)

Affectation des fonctions par entrées/sorties telles que repérées dans le logiciel U-Config :



### 3.6 Câblage côté simulateur

Schéma de câblage et couleur des conducteurs :





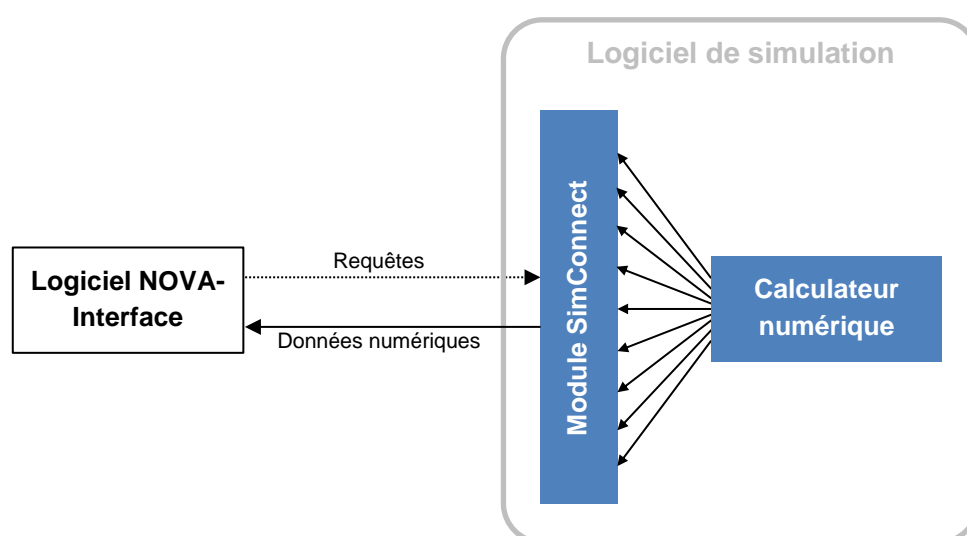
## 4. Données simulateur numérique

### 4.1 Principe

Le calculateur numérique du logiciel de simulation élabore le comportement de l'avion et de son environnement à partir des actions du pilote et du modèle de vol de l'avion ([Cf. B1-1 Description fonctionnelle, §3](#)).

Les données de travail du calculateur numérique sont disponibles et enregistrables lors d'une acquisition de données (pour réaliser une acquisition : [manuel d'utilisation A2-1](#)).

Le principe est le suivant : Le logiciel de simulation (FSX ou P3D) dispose d'un module natif appelé « SimConnect » qui permet la communication des données avec le logiciel NOVA-Interface. Ce dernier émet des requêtes et collecte les données souhaitées.



### 4.2 Liste des données du simulateur numérique disponibles

#### 4.2.1 Données tableau de bord

Intitulé	Abrégé	Unité
Pression huile	P-Huile	Psf (livre par pied carré)
Pression carburant	P-Carburant	Psi (livre par pouce carré)
Vitesse indiquée	IAS	Noeud (mille marin / heure)
Altitude	ALT	Pied
Coordinateur virage	Bille	Position 128 (-127 à 127)
Direction / Cap	CAP	Radian
Régime moteur	Rpm	Rpm
Dépression instruments	VAC	Hg (pouce de mercure)

Plus de données disponibles sur demande

#### 4.2.2 Données interfaces pilote

Intitulé	Abrégé	Unité
Alternateur	Alternat	1/0
Batterie	Batterie	1/0
Compensateur profondeur	Trim	% (0% = piqué)
Démarrreur	Démarrreur	1/0
Feux anticollision	Feux anticol	1/0
Feux navigation	Feux navigation	1/0
Frein parking	Frein parking	Position (0 à 32K) 0 = off, 32K max
Phare atterrissage	Phare atterrissage	1/0
Phare roulage	Phare roulage	1/0
Pompe carburant	Pompe carbu	1/0
Position frein droit	Frein gauche	Position (0 à 32K) 0 = off, 32K max
Position frein gauche	Frein gauche	Position (0 à 32K) 0 = off, 32K max
Position manche roulis	CAP	Position (-16K à 0), -16K = piqué
Position manche tangage	Rpm	Position (-16K à 0), -16K = gauche
Position palonnier	Palonnier	Position (-16K à 0), -16K = gauche
Position tirette gaz	Gaz	% (0% = réduit)
Position tirette mixture	Mixture	% (0% = pauvre)
Réchauffe carburateur	Réchauffe carbu	1/0
Réchauffe Pitot	Pitot	1/0
Volets	Volets	0 = rentré, 1 = cran1, 2 = cran 2

Plus de données disponibles sur demande

#### 4.2.3 Données aérodynamiques avion

Intitulé	Abrégé	Unité
Position aileron gauche		Radians
Position aileron droit		Radians
Position dérive		Radians
Position gouverne profondeur		Radians

Plus de données disponibles sur demande

#### 4.2.4 Données comportement avion

Intitulé	Abrégé	Unité
Vitesse avion selon X	Avion-Vx	Pied par seconde
Vitesse avion selon Y	Avion-Vy	Pied par seconde
Vitesse avion selon Z	Avion-Vz	Pied par seconde
Accélération avion selon X	Avion-Ax	Pied par seconde carré
Accélération avion selon Y	Avion-Ay	Pied par seconde carré
Accélération avion selon Z	Avion-Az	Pied par seconde carré
Vitesse de rotation avion selon X	Avion- $\omega_x$	Pied par seconde
Vitesse de rotation avion selon Y	Avion- $\omega_y$	Pied par seconde
Vitesse de rotation avion selon Z	Avion- $\omega_z$	Pied par seconde
Angle tangage	Avion- $\alpha_x$	Radians
Angle roulis	Avion- $\alpha_y$	Radians
Angle lacet	Avion- $\alpha_z$	Radians
Angle d'incidence	Avion- $\alpha_i$	Radians
Masse totale avion	Avion- $m_v$	Livre

Plus de données disponibles sur demande

## 5. Capteur d'attitude IMU/AHRS

### 5.1 Objectif de la mesure

Un capteur d'attitude est intégré au châssis mobile SEV. Il permet d'obtenir par mesure directe l'attitude (accélérations, inclinaisons) de la plateforme à des fins pédagogiques (lecture directe). En effet ces informations d'attitude, non nécessaires au fonctionnement du système, peuvent aussi être calculées avec précision à partir de la position des trois servomoteurs.

### 5.2 Le capteur IMU/AHRS

Le capteur utilisé pour mesurer l'attitude de la plateforme est de type IMU/AHRS (Inertial Measurement Unit / Attitude and Heading Reference System) avec un paramétrage spécifique à notre application.

Un capteur IMU/AHRS est constitué d'un ensemble de capteurs sur 3 axes permettant de définir la position dans l'espace grâce aux accélérations et aux champs magnétiques qu'ils subissent :

- Gyromètre 3 axes (500°/s)
- Accéléromètre 3 axes ( $\pm 4g$ )
- Magnétomètre 3 axes ( $\pm 4Ga$ )

Documentation détaillée du capteur : [Document B3-7](#)

Le capteur est fixé sous le châssis SEV au plus proche du centre de rotation.



### 5.3 Traitement des données

Un calculateur permet de déduire assiette et accélérations ainsi que de corriger les erreurs par différentes techniques.

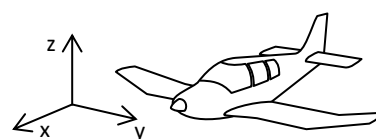
Le logiciel embarqué (firmware) est spécifique. Il réalise l'acquisition et le filtrage de tous les capteurs. Un algorithme a été mis au point pour calculer l'attitude du châssis SEV du simulateur. Le système étant fixe géographiquement (contrairement à un avion qui se déplace), l'exploitation des données des magnétomètres a été modifiée permettant de gagner en stabilité de mesure et en précision.

Il est raccordé au PC du simulateur et ses données sont récupérées depuis le poste professeur (voir §2 et [manuel d'utilisation A2-1](#)).

### 5.4 Liste des données disponibles sur le capteur d'attitude

Les variables récupérées sont :

- Les accélérations sur les 3 axes,
- Les déplacements angulaires en roulis, tangage et lacet.



Intitulé	Abrégé	Unité
Angle roulis	AHRS- $\alpha_x$	°
Angle tangage	AHRS- $\alpha_y$	°
Angle lacet	AHRS- $\alpha_z$	°
Accélération selon x	AHRS-A <sub>x</sub>	g
Accélération selon y	AHRS-A <sub>y</sub>	g
Accélération selon z	AHRS-A <sub>z</sub>	g

## 6. Bus CANopen

### 6.1 Principe de collecte des données

#### 6.1.1 Données de commande

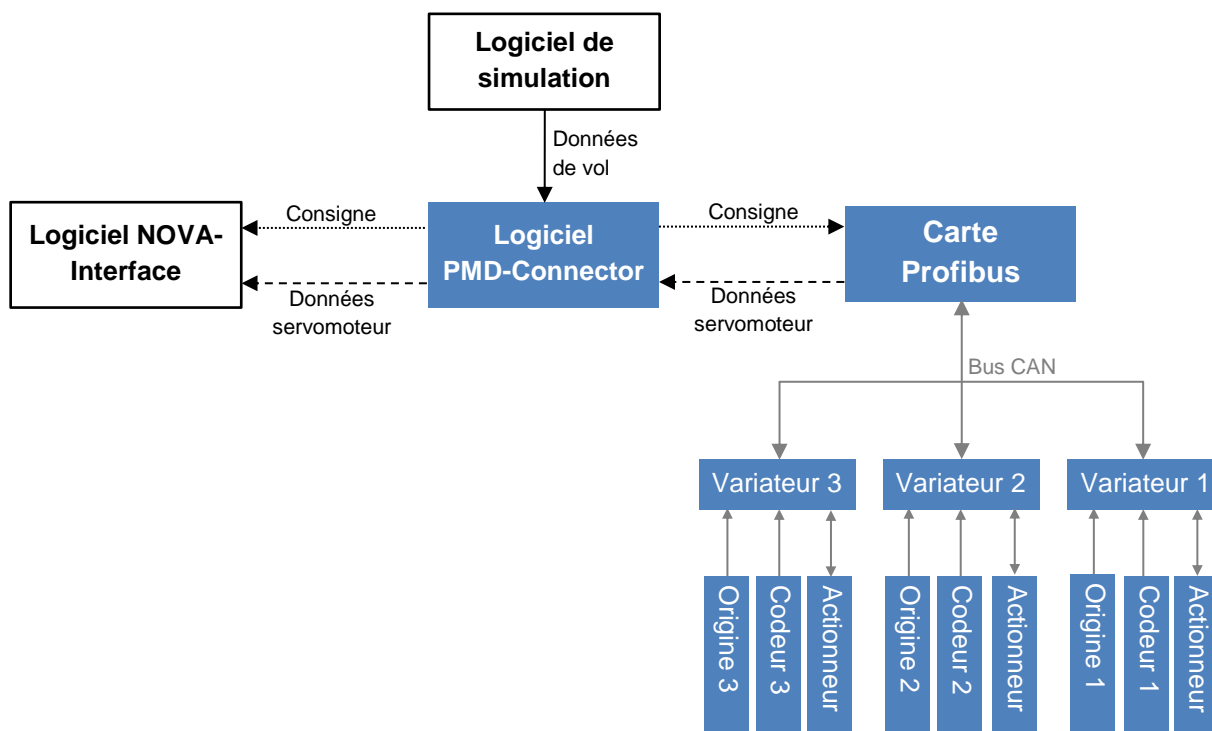
Le logiciel PMD-Connector génère les consignes de pilotage des 3 servomoteurs de la plateforme à partir des données du simulateur numérique et selon des algorithmes dynamique et cinématique (détail [document B2-3, §2](#)). Les consignes ainsi générées en position et vitesse sont publiées par le logiciel PMD-Connector et récupérable dans le cas d'une acquisition (liste des données § 6.2).

#### 6.1.2 Données servomoteurs

Le bus de terrain de type CAN qui permet le pilotage des servomoteurs de la plateforme (décrit dans le [document B2-3](#)) permet aussi de collecter des informations et données en provenance de ces derniers.

Le principe est le suivant : le logiciel NOVA-Interface interroge le logiciel de pilotage de la plateforme PMD-Connector qui à son tour émet une requête (demande d'information) à la carte profibus (le maître sur le bus CAN), la requête parvient alors au variateur du servomoteur concerné. En réponse, le variateur publie les informations demandées qui font le chemin inverse jusqu'au logiciel PMD-Connector qui les transmet à l'interface (liste des données § 6.2).

#### 6.1.3 Schéma de principe



## 6.2 Liste des données disponibles sur le bus CAN

### 6.2.1 Données de commande

Intitulé	Abrégé	Unité
Recherche origine moteur 1	Consigne-O1	0 = inactif, 1 = actif
Recherche origine moteur 2	Consigne-O2	
Recherche origine moteur 3	Consigne-O3	
Angle plateforme tangage cible	Consigne- $\alpha_y$	°
Angle plateforme roulis cible	Consigne- $\alpha_z$	°
Déplacement vertical cible	Consigne- $h_x$	mm
Statut TC (avion au sol ou en vol)	Consigne-TC	0 = en vol, 1 = au sol
Consigne position servomoteur 1	Consigne-p1	point codeur
Consigne position servomoteur 2	Consigne-p2	point codeur
Consigne position servomoteur 3	Consigne-p3	point codeur
Consigne vitesse servomoteur 1	Consigne- $\omega_1$	points / s
Consigne vitesse servomoteur 2	Consigne- $\omega_2$	points / s
Consigne vitesse servomoteur 3	Consigne- $\omega_3$	points / s

### 6.2.2 Données des servomoteurs

Intitulé	Abrégé	Unité
Statut servomoteur 1	Statut 1	1 = actif, 2 = défaut, 3 = sécurité
Statut servomoteur 2	Statut 2	
Statut servomoteur 3	Statut 3	
Origine déterminée 1	Statut-O1	0 = pas de valeur 1 = valeur enregistrée
Origine déterminée 2	Statut-O2	
Origine déterminée 3	Statut-O3	
Position codeur moteur 1	Mesure-p1	point codeur
Position codeur moteur 2	Mesure-p2	point codeur
Position codeur moteur 3	Mesure-p3	point codeur
Vitesse rotation moteur 1	Mesure- $\omega_1$	points / s
Vitesse rotation moteur 2	Mesure- $\omega_2$	points / s
Vitesse rotation moteur 3	Mesure- $\omega_3$	points / s
Couple moteur 1	Mesure-C1	N/m
Couple moteur 2	Mesure-C2	N/m
Couple moteur 3	Mesure-C3	N/m
Intensité moteur 1	Mesure-I1	Ampère
Intensité moteur 2	Mesure-I2	Ampère
Intensité moteur 3	Mesure-I3	Ampère
Tension moteur 1	Mesure-U1	Volt
Tension moteur 2	Mesure-U2	Volt
Tension moteur 3	Mesure-U3	Volt

Plus de données disponibles sur demande