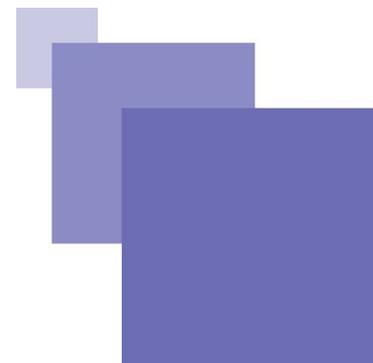


Dossier technique du simulateur de course

1.0



Table des matières

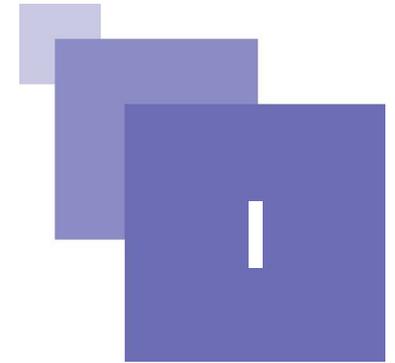


I - Présentation des simulateurs	5
A. Les simulateurs.....	5
B. Différents simulateurs.....	7
C. Historique des simulateurs.....	12
II - Le simulateur SimXperience	17
A. Présentation.....	17
B. Les différents kits.....	20
C. Analyse fonctionnelle externe.....	27
D. Diagrammes de séquence pour le cas d'utilisation principal.....	29
III - Architecture du simulateur	35
A. Analyse interne.....	35
1. Diagrammes structurels SysML.....	35
2. Chaînes fonctionnelles.....	37
B. Constituants du simulateur.....	38
1. Les vérins asservis.....	38
2. Éléments structurels.....	42
3. Boîtier de communication et d'alimentation.....	43
4. Périphériques informatiques.....	44
C. Instrumentation.....	45
1. Centrale inertielle.....	45
2. Capteurs d'efforts.....	47
3. Potentiomètres linéaires.....	47
IV - Logiciels	49
A. Utilisation du logiciel SimCommander 3.....	49
1. Lancement.....	49
2. Liste de jeux disponibles.....	50
B. Lancement du jeu F1 2011.....	53
1. Lancement et paramétrage du jeu F1 2011.....	53
C. Utilisation du logiciel d'acquisition et pilotage Client/Serveur du simulateur.....	64
1. Menu principal.....	65
2. Menu Acquisition.....	67
3. Menu Analyses.....	71

Présentation des simulateurs

4. Menu <i>Pilotage</i>	74
5. Menu <i>Configuration</i>	81

Présentation des simulateurs



Les simulateurs	5
Différents simulateurs	7
Historique des simulateurs	12

A. Les simulateurs



Définition

Un simulateur est un dispositif physique et/ou informatique dont la fonction est de reproduire le plus fidèlement possible le comportement entrée-sortie d'un système de référence (réel).

Au volant de son véhicule, le conducteur analyse en permanence des informations extraites de son environnement de conduite : scène visuelle, trajectoire, bruits, position du corps, etc. Chaque information est d'abord vécue comme une stimulation sensorielle au travers des organes perceptifs (yeux, oreilles, oreille interne, etc.). Ces organes transmettent ensuite ces stimulations au cerveau qui décide des actions sur les pédales et le volant.

Le système de référence associe ainsi aux actions du conducteur sur les pédales et le volant (entrées), la perception psychologique des changements de l'environnement de conduite (sorties).

Le simulateur de conduite est essentiellement une architecture matérielle, tandis que la simulation dans son ensemble rend compte également des phénomènes sensoriels.

Utilisation des simulateurs

Par rapport à la conduite sur route, les simulateurs de conduite offrent trois avantages majeurs :

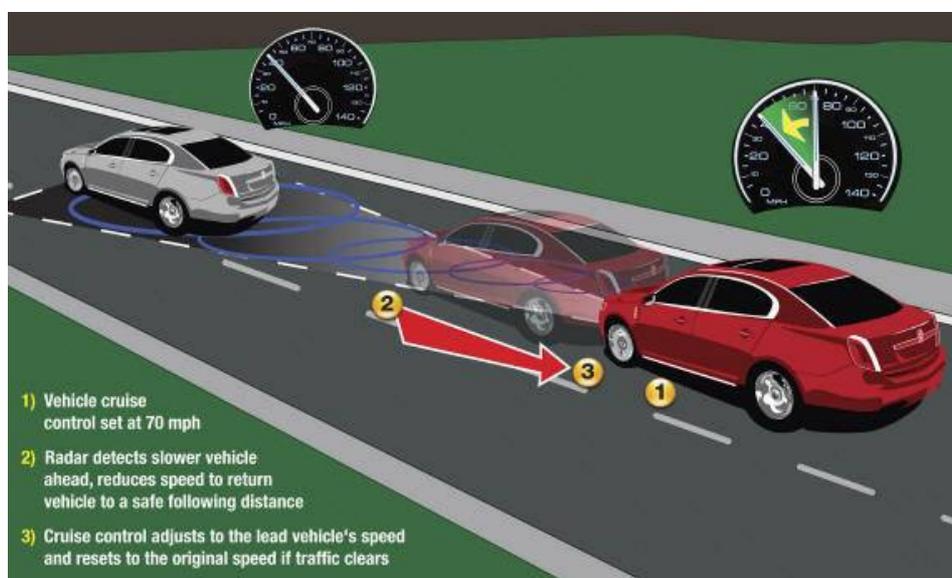
- ils présentent un environnement sans danger pour le conducteur (ex. accidents virtuels)
- une même expérience peut être répétée aussi souvent que nécessaire dans

- des conditions identiques
- ils permettent une économie considérable.

L'étude et l'amélioration de la sûreté

Différents thèmes sont abordés :

- Éviter les collisions et les crashes et développer des systèmes d'alerte face à un danger potentiel (ex. l'Adaptive Cruise Control (ACC) qui permet de garder une distance de sécurité entre les voitures)
- Étudier les effets sur la performance de conduite (cette performance est mesurée par des indicateurs de la recherche visuelle, de la capacité de discrimination, de la prise de décision, de la vitesse de réaction, etc.) :
 - de la charge mentale (mental workload). Un phénomène caractéristique de la charge mentale est le phénomène de "période réfractaire psychologique" qui indique la difficulté de traiter simultanément deux tâches mentalement exigeantes. Typiquement il s'agit de faire des tests d'utilisation de gadgets électroniques pendant la conduite : systèmes embarqués, téléphones portables, systèmes d'alerte anticollision, etc. Des études mettent en évidence, par exemple, les effets de la charge mentale sur la taille des pupilles, le niveau de concentration visuelle, la fréquence d'inspection du rétroviseur...
 - des conditions naturelles : la nuit, le brouillard, le climat,...
 - des paramètres humains : l'âge, le sexe, les handicaps, la fatigue, la somnolence, l'alcool...
- Déterminer l'impact de la conception de la route sur le conducteur
- Étudier la réhabilitation à la conduite des personnes victimes, entre autres, de traumatisme crânien, de blessures à la colonne vertébrale, de maladies des coronaires, ...



Régulateur de vitesse adaptatif (ACC)

La recherche

La possibilité de reproduire identiquement les tests de conduite a permis l'élaboration de modèles cognitifs de l'homme. Les travaux de Reymond sur un simulateur de conduite ont permis de construire un modèle de fusion multisensorielle (stimuli visuels, vestibulaires et proprioceptifs).

D'autres sujets de recherche traitent de l'étude de la dynamique du véhicule,

l'interface homme machine, les véhicules intelligents (autoroutes automatiques),...
Par rapport à des expériences réelles, la simulation présente l'avantage d'un coût réduit pour la mise en œuvre et la collecte des données.

L'aide à la conception

Les approches d'aide à la conception peuvent être séparées en deux familles.

- Dans la première, il s'agit de concevoir le véhicule (système d'éclairage, le tableau de bord, etc.).
- Dans la seconde, on traite de la conception des routes (position des signalisations, type d'éclairage dans les tunnels, esthétique, paysage). Par exemple, le choix des délimiteurs lumineux dans un tunnel au Japon, a été fait suite à une étude statistique réalisée sur un simulateur

L'apprentissage

Pour des raisons économiques, l'apprentissage sur un simulateur de conduite est essentiellement réservé à la conduite d'engins militaires et à la conduite des grands camions. Néanmoins, des simulateurs rudimentaires sont utilisés pour la conduite des véhicules classiques. Dans ce cas, l'objectif est plus une familiarisation avec l'environnement de conduite qu'un apprentissage à proprement parler.

Dans l'avenir, les problèmes de congestion des routes et le changement des standards de sécurité vont prendre une place plus importante. L'apprentissage de la conduite sur simulateur pourrait aussi acquérir plus de notoriété.

Divertissement

De nombreux simulateurs sont présents dans l'industrie du jeu vidéo et sont constitués principalement de simulateur avec écran fixe et de 0 à 1 degré de liberté. L'amélioration des ordinateurs et des contrôleurs a permis depuis quelques années de rendre accessible des simulateurs plus réalistes.

B. Différents simulateurs

La classification des simulateurs de conduite se fait généralement en fonction des capacités du système de mouvement.

On distingue :

- **Les simulateurs rudimentaires** : sans cabine de simulation et basés uniquement sur l'environnement de réalité virtuelle. C'est le cas des premiers simulateurs de conduite. Aujourd'hui, ce type de simulateurs est devenu populaire grâce au développement de jeux électroniques très performants en termes de réalisme. Ces simulateurs sont aussi utilisés dans les écoles et les universités dans un cadre éducatif. Exemples : 'Drivr' de Imago System Inc (logiciel), les simulateurs de Doron Inc (simulateurs de formation avec un petit tableau de bord).



Logiciel Drivr

- **Les simulateurs utilisant une cabine fixe.** Ce sont les simulateurs industriels ou de recherche les plus économiques qui permettent néanmoins de répondre aux besoins de certaines applications (étude de facteurs humains comme la charge mentale). Exemples : HumanFirst (université Minneapolis), TTI (Texas Transport Institute).



Human First

- **Les simulateurs avec cabine vibrante.** L'ajout de la vibration au niveau du cockpit permet une meilleure restitution des sensations dues à l'interaction route/véhicule. Exemple : CISR (Université de Washington).
- **Les simulateurs dont la cabine est mobile selon un nombre de degrés de liberté réduit (2, 3 ou plus).** La plupart des simulateurs utilisés dans les salles de jeu vidéo reposent sur ce principe.
- **Les simulateurs basés sur une plateforme de mouvement de type Gough-Stewart.** Ce sont des simulateurs de haute fidélité. Ils sont non seulement les plus coûteux mais les plus exigeants en termes de mise en oeuvre.

Dans ce type de simulateur le cockpit est monté sur un hexapode. Nous pouvons les classer en deux sous catégories

- (a) La base de l'hexapode est immobile. C'est le système le plus répandu non seulement dans la simulation de conduite mais aussi pour la simulation de vol. La taille de ce robot est très variable. Dans le simulateur Clio (Renault), l'enveloppe de mouvement est d'à peine $\pm 20\text{cm}$ dans toutes les directions linéaires alors qu'elle atteint les $\pm 1.6\text{m}$ pour le simulateur Virttex (Ford).
- (b) La base de l'hexapode est posée sur des rails. Il s'agit aujourd'hui de la structure mécanique la plus avancée des simulateurs de conduite. On distingue deux familles : les simulateurs à rails unidirectionnelles (ex. rails latérales afin de simuler un changement de couloir) et les simulateurs avec des rails assurant un mouvement dans le plan, qu'on appelle rails X-Y (ex. le simulateur Ultimate (Renault), 2004). Notons que le simulateur NADS (National Advanced Driving Simulator, Iowa University) intègre de plus, un système de rotation selon l'axe vertical au châssis et une table de vibration sous le cockpit du véhicule. Il s'agit du meilleur simulateur du monde en termes de potentiel car il présente les plages de déplacements les plus élevés.





DIY Simulateurs

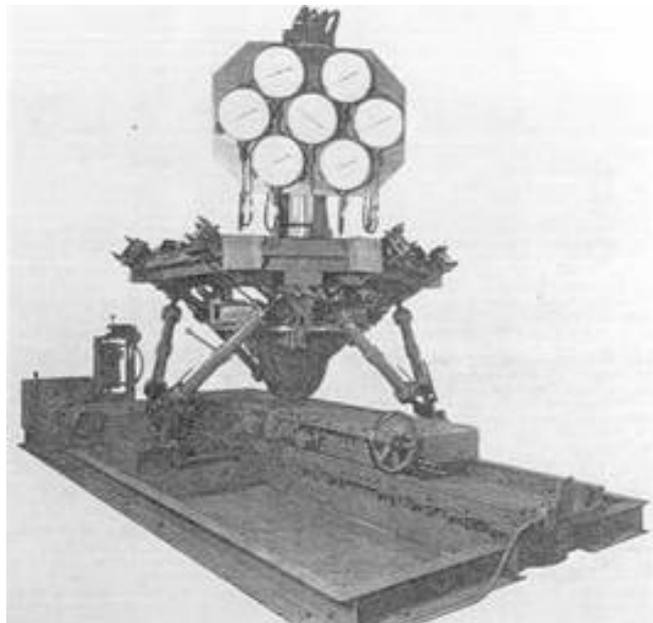
De nombreux systèmes réalisés par des particuliers ont vu le jour depuis quelques années. On les appelle simulateurs DIY (Do It Yourself). Ces simulateurs n'ont pas les mêmes capacités que les simulateurs industriels mais reprennent les mêmes principes technologiques.

Le simulateur le plus populaire est le simulateur de course "SimForceGT" permettant de reproduire les courbes, les vibrations de la route, les accélérations/décélérations. Ces simulateurs possèdent de 2 à 3 degrés de liberté. Ils sont simple à construire et utilisent des composants standards à assembler. De nombreux accessoires peuvent être ajoutés pour créer des sensations plus réalistes.



C. Historique des simulateurs

Les premiers simulateurs sont apparus pour la simulation de vol au début du 20e siècle. Dans le cadre de sa formation au pilotage, l'école "Antoinette" fut la première à développer un simulateur de vol. En 1948, Gough conçut un robot parallèle dans le but de tester des pneumatiques. Ce n'est qu'en 1962 que D. Stewart introduisit à nouveau le système à 6 degrés de liberté à architecture parallèle, constitué de deux plate-formes et 6 vérins. La plate-forme dite de Stewart fut très largement utilisée dans le monde de la simulation de mouvement compte-tenu de sa structure relativement compacte permettant 6 degrés de liberté et des charges utiles assez importantes.



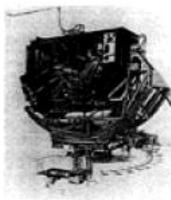
Le premier simulateur de conduite fut construit par Volkswagen (dans les années 1970) et l'institut de recherche suédois sur la route et le trafic (VTI). Ce simulateur comportait seulement 3 degrés de liberté.

Mazda conçut un simulateur à 4 ddl en 1985, ce fut Daimler-Benz qui sortit la même année un simulateur de conduite à 6 ddl. Dans les années 90, de nombreux simulateurs à 6 ddl furent développés (Renault, Ford, Nissan...)

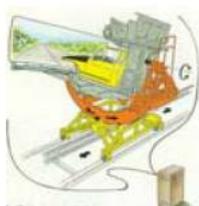
De nombreux simulateurs de conduite pour les automobiles ou les camions furent développés durant le début du 21^{ème} siècle

(SimuSys, Mark III, TUTOR, Katech, SimCar, UoLDS,...), d'autres ont été améliorés (FORD, VTI-III, BMW, MARS Renault ULTIMATE).

Présentation des simulateurs



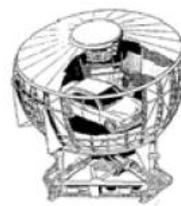
VW 70's



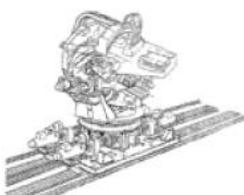
VTII '84



IFAS (IKK) '84



Daimler Benz '85



Mazda '90



Trygg Hansa '91
VTI II '02



Daimler Benz '93



JARI '96



BMW ~'98/99



Renault '99



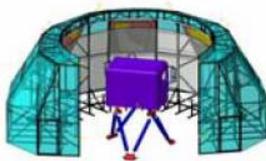
Nissan '99



IZVW '99



VTI III '04



TU München '04



IFAS MARS '04



ULTIMATE '04



Katech KAAS '05

Le simulateur SimXperience



Présentation	17
Les différents kits	20
Analyse fonctionnelle externe	27
Diagrammes de séquence pour le cas d'utilisation principal	29

A. Présentation



Utilisation dans le cadre d'événements sportifs

Le simulateur étudié a été développé par la société SimXperience créée en 2009 par B. Villers. Ce simulateur est utilisé dans le cadre d'événement sportif automobile, pour des utilisations en salle de jeu vidéo ou encore à des fins personnelles.

Le simulateur à 2 ou 3 degrés de liberté est constitué d'un siège mobile de type

Le simulateur SimXperience

FREX. Sa structure est évolutive en fonction du budget disponible.

Le point fort de cette société est qu'elle offre une solution matérielle de qualité et à un prix défiant tous les autres simulateurs.



Kit commercialisé de base



Kit du simulateur complet

Caractéristiques

Le simulateur possède les caractéristiques suivantes :

- Réalisme et qualité des mouvements ;
- Simulation des éléments clés des programmes d'entraînement aux courses automobiles,
 - transfert de masse du véhicule,
 - accélérations longitudinale et transversale du véhicule,
 - perte d'adhérence des roues arrières,
 - excellente perception du revêtement de la route, jusqu'à 250 mises à jour de mouvement par seconde,
- Structure rigide ;
- Limitation des vibrations transmises au sol ;
- Logiciel simple à prendre en main et personnalisable (jauge virtuelle, classements, ajustements des paramètres de simulation en temps réel...) ;
- Grand nombre de jeux vidéos compatibles (F1, rallyes, karting...) ;
- Encombrement : 2m x 1m
- Masse du pilote supportée : 125 kg

La société propose des simulateurs en kits à monter soit même. 5 kits sont disponibles. Leur prix varie de 2000 à 20000 dollars.

Les avantages de cette solution sont :

- la possibilité d'envoi du simulateur dans le monde entier (simulateur en pièces à assembler soit même à l'aide d'une notice) ;
- la possibilité de mettre à jour le simulateur (ajout de fonctionnalités) en fonction du budget et de l'encombrement disponible

B. Les différents kits

Kit 1



Kit commercialisé de base

Le Kit 1 est une bonne solution peu onéreuse permettant de débiter dans la simulation de mouvement. Il est basé sur une architecture modulaire qui permet d'être complétée au fur et à mesure du budget disponible.

Le Kit 1 est constitué :

- d'une structure rigide en tube d'acier avec finition soignée
- de deux vérins SCN5 et leur support
- d'un support de siège
- d'un boîtier SX3000 pour l'alimentation des vérins et la communication entre le PC et les vérins
- du logiciel SimCommander pour gérer les jeux et les ordres envoyés aux vérins (1 licence fournie)

La longueur au sol est de 1 m 20, la largeur de 0 m 92

Kit 2



Kit 2 du simulateur

Le Kit 2 est une évolution du Kit 1.

Il contient les mêmes éléments auquel s'ajoute un carénage avant ergonomique permettant :

- d'ajuster le volant (support pré-percé et montage télescopique pour volant Logitech série G ou Thrustmaster T500)
- de régler les pédales
- d'orienter le levier de vitesse (pour conduite à droite ou à gauche)
- de supporter le clavier et la souris de l'ordinateur

Le carénage peut être acheté séparément.



Carénage avant du simulateur

Kit 3



Kit 3 du simulateur

Le Kit 3 est l'évolution du Kit 2 auquel s'ajoute la simulation de la chasse arrière (perte d'adhérence des roues arrières et rotation du véhicule) au moyen d'un troisième vérin (SCN5). Cet ajout apporte une amélioration de simulation très conséquente en comparaison avec les autres simulateurs.

La partie ajoutée est simplement assemblée à l'ensemble du Kit 2, il n'est pas nécessaire de souder, couper d'éléments existants.

Les capacités du vérin permettent de déplacer toute la structure en rotation d'axe vertical.

La partie arrière peut être achetée seule mais doit être nécessairement montée sur le carénage ajouté au kit 2.



Module pour perte d'adhérence arrière

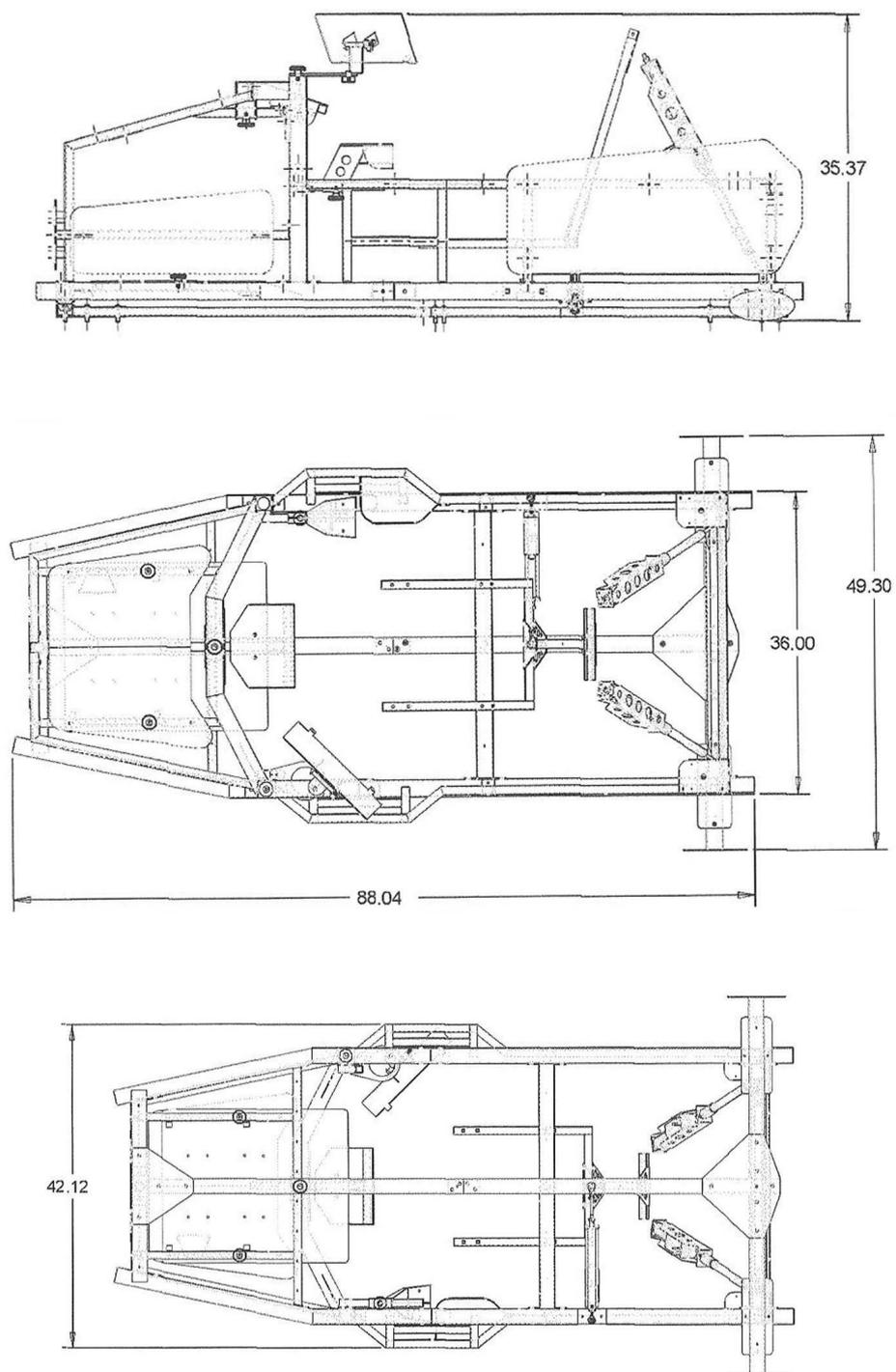
Kit 4



Kit 4 du simulateur

Le Kit 4 proposé par SimXperience est le moins cher des simulateurs complets professionnels. Il est vendu non assemblé et doit être monté à l'aide d'une documentation.

Outre l'ensemble des éléments du Kit 3, un carénage latéral est ajouté pour améliorer le design du simulateur. Le siège, le volant, les enceintes sont incluses dans le Kit.



Dimensions du simulateur Kit 4

Kit 5

Le simulateur complet n'est vendu qu'aux Etats Unis car il est livré monté et entièrement configuré.

Il est plus encombrant que le simulateur du Kit 4. Il contient entre autre :

- trois écrans 46 pouces à Leds offrant une vue panoramique,
- l'unité centrale déjà configurée,
- un environnement sonore puissant (500 W Dolby Surround),
- un écran supplémentaire latéral permettant de visualiser certaines données en temps réel pendant une course (jauges).

Le système SimVibes est également inclus dans ce simulateur pour restituer en plus des mouvements les vibrations dans la structure.

Ce simulateur est plutôt réservé aux centres de course automobile pour des utilisations fréquentes.



Kit du simulateur complet

C. Analyse fonctionnelle externe

La fonction principale du simulateur de course est définie sur le diagramme de cas d'utilisation suivant.

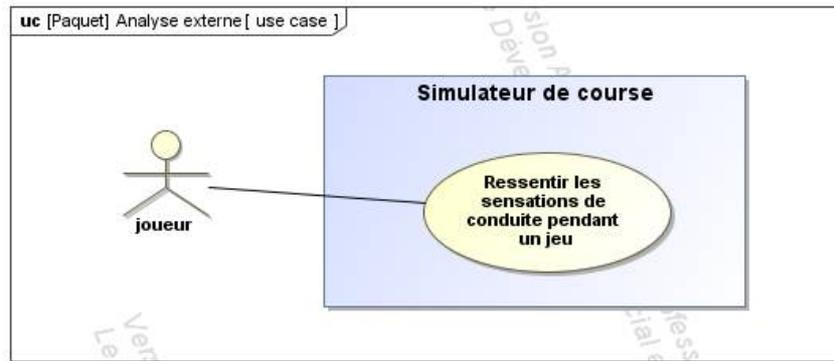


Diagramme de cas d'utilisation

Le simulateur est en liaison avec les éléments extérieurs suivants.

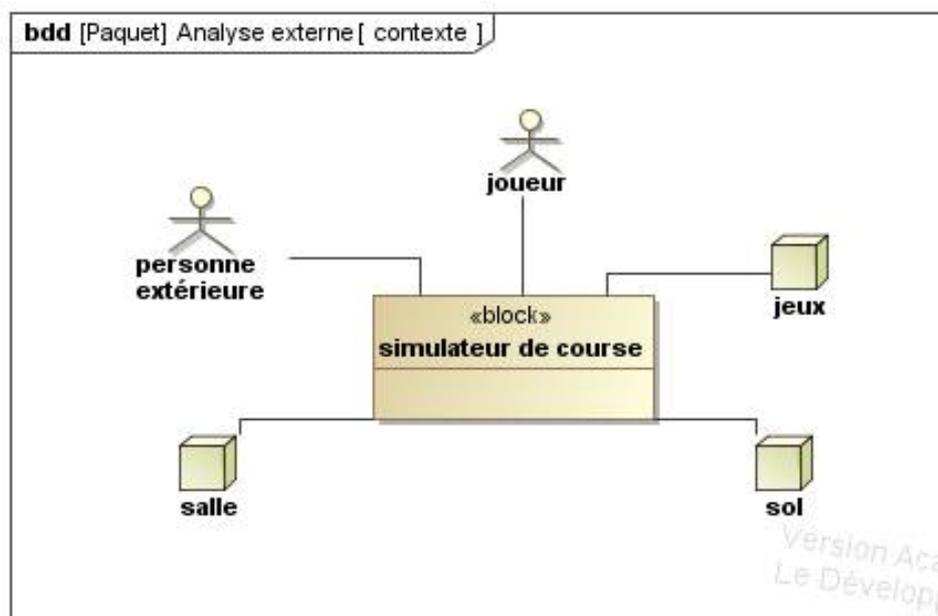
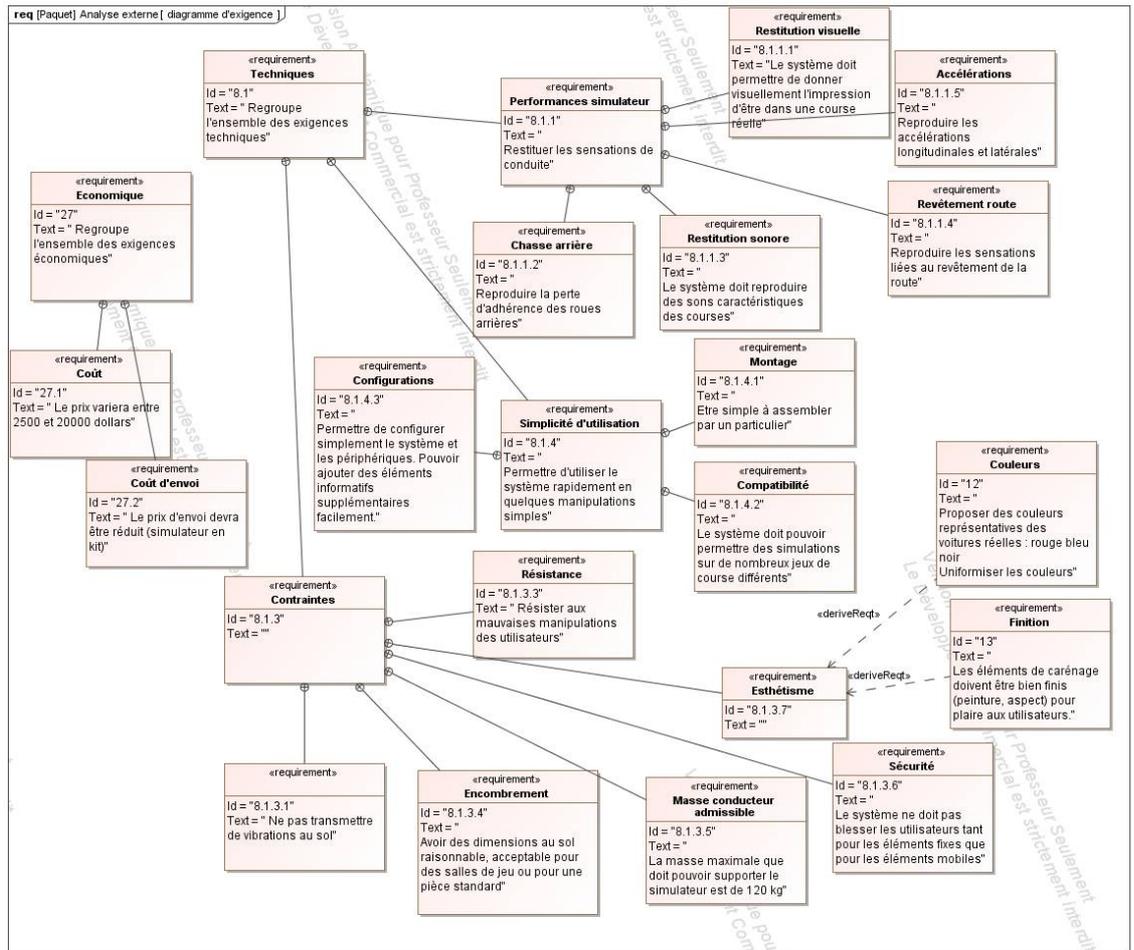


Diagramme de contexte

Pour le cas d'utilisation retenu, les exigences requises par le simulateur sont décrites dans le diagramme suivant.



Diagrammes d'exigences

D. Diagrammes de séquence pour le cas d'utilisation principal

Le simulateur SimXperience est livré avec un logiciel dédié SimCommander qui permet de regrouper l'ensemble des jeux disponibles pour la simulation et de piloter les vérins en fonction du comportement du jeu.

Les diagrammes suivants présentent sous forme de séquences les lancements du logiciel SimCommander et du jeu F1 2011.

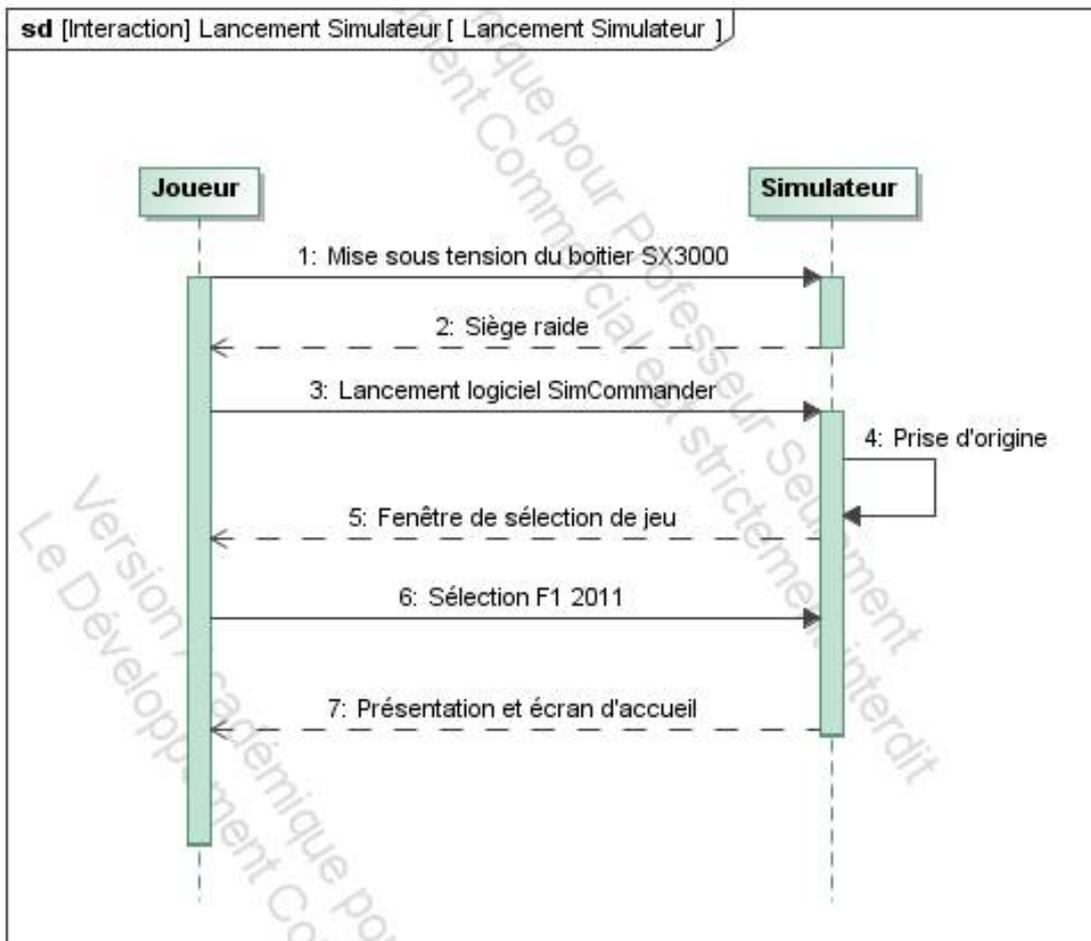


Diagramme de séquence : Lancement du logiciel SimCommander

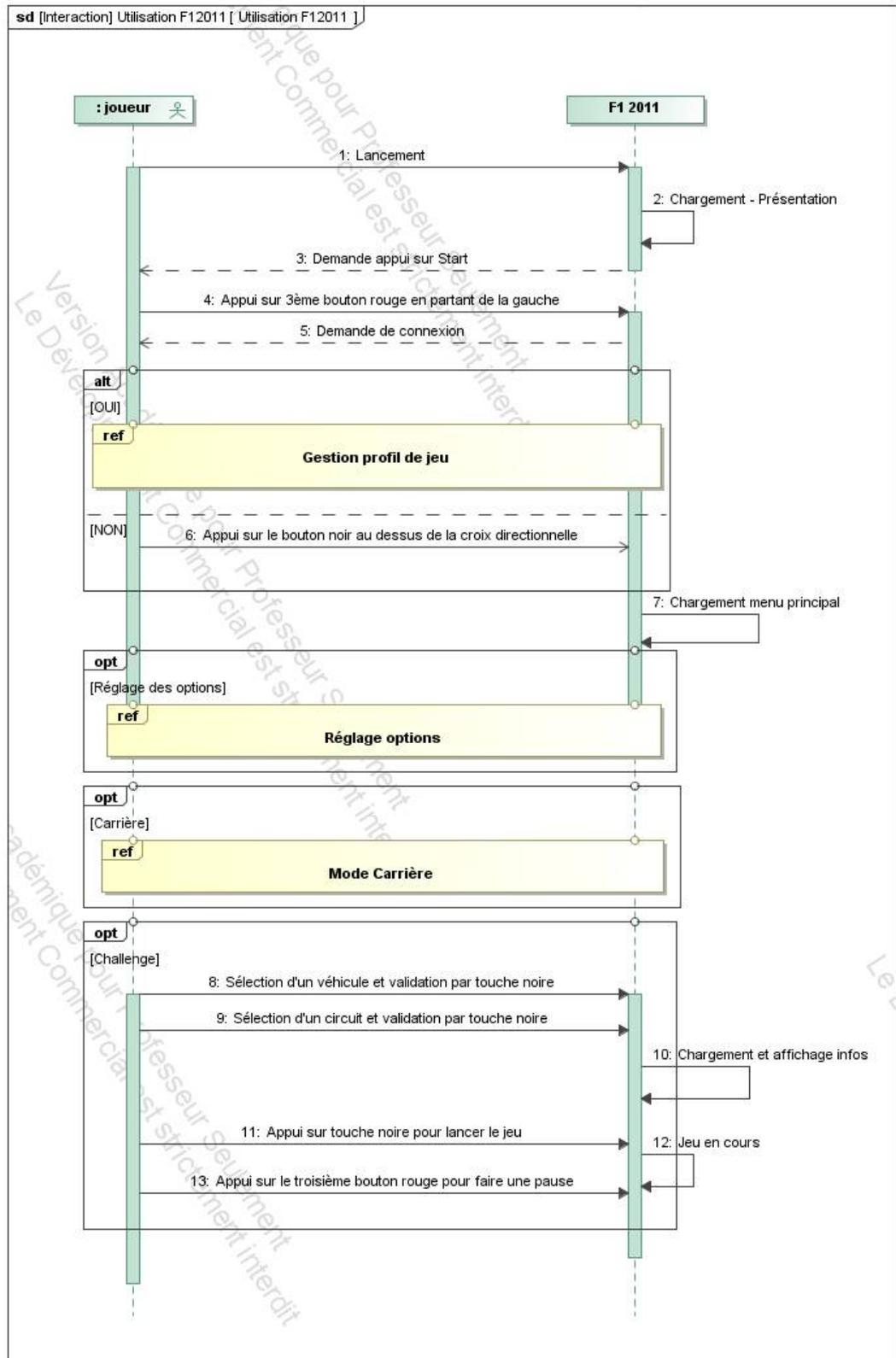
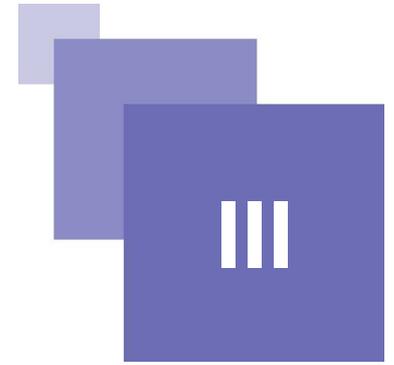


Diagramme de séquence : Lancement et paramétrage de F1 2011

Architecture du simulateur



Analyse interne	35
Constituants du simulateur	38
Instrumentation	45

A. Analyse interne

1. Diagrammes structurels SysML

Le diagramme de définition de blocs liste l'ensemble des constituants utiles au cas d'utilisation recensé précédemment.

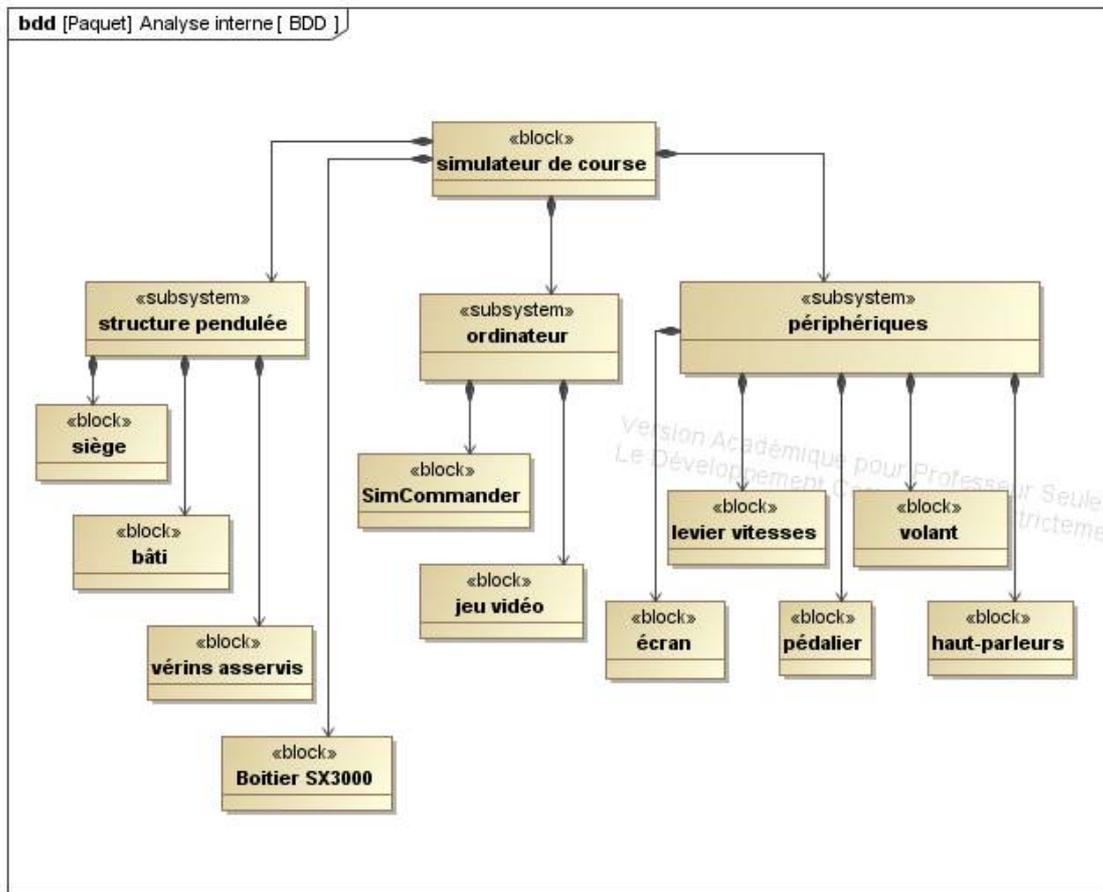


Diagramme BDD

Les éléments dialoguent entre eux selon l'organisation décrite par le diagramme de blocs interne.

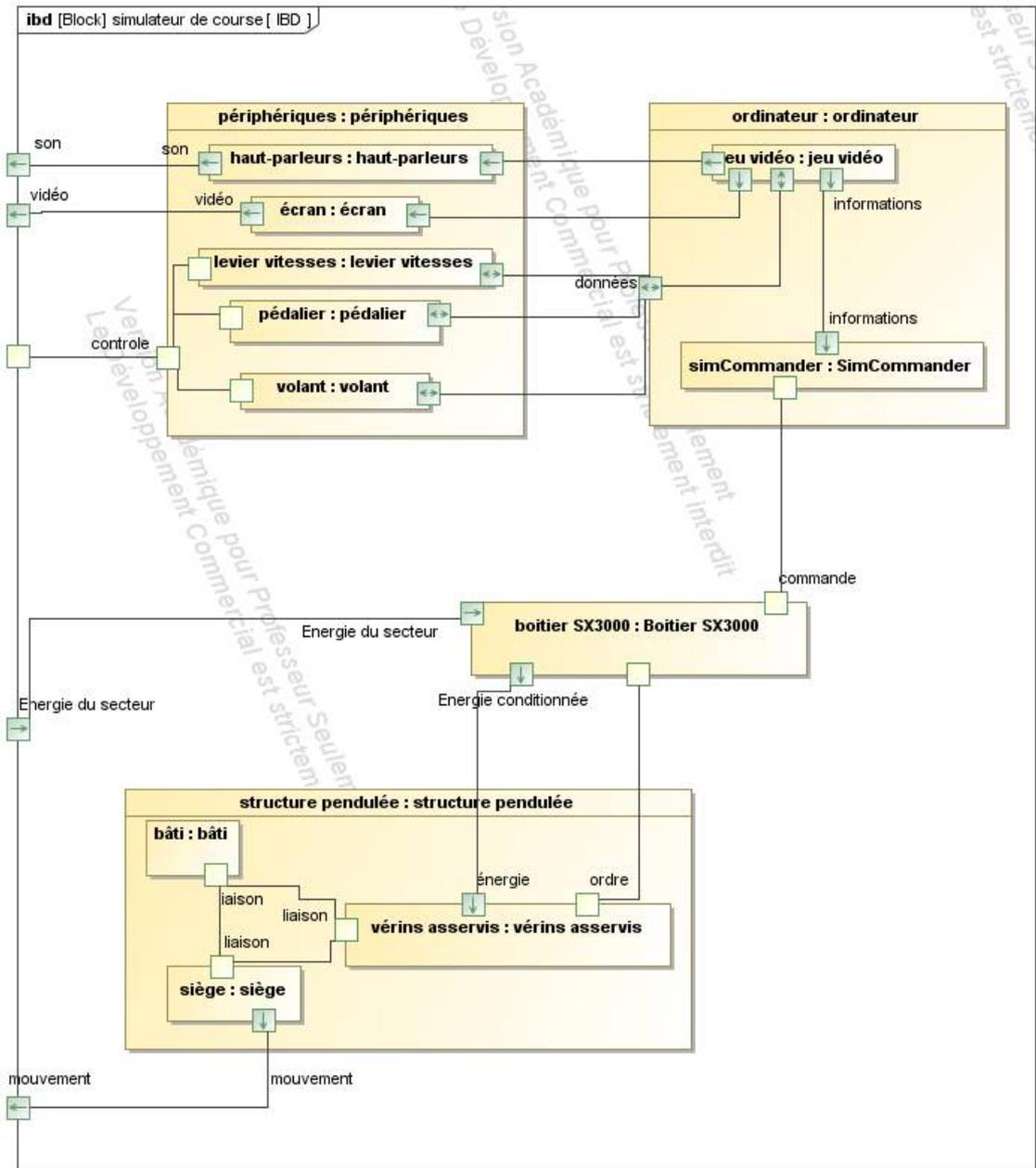
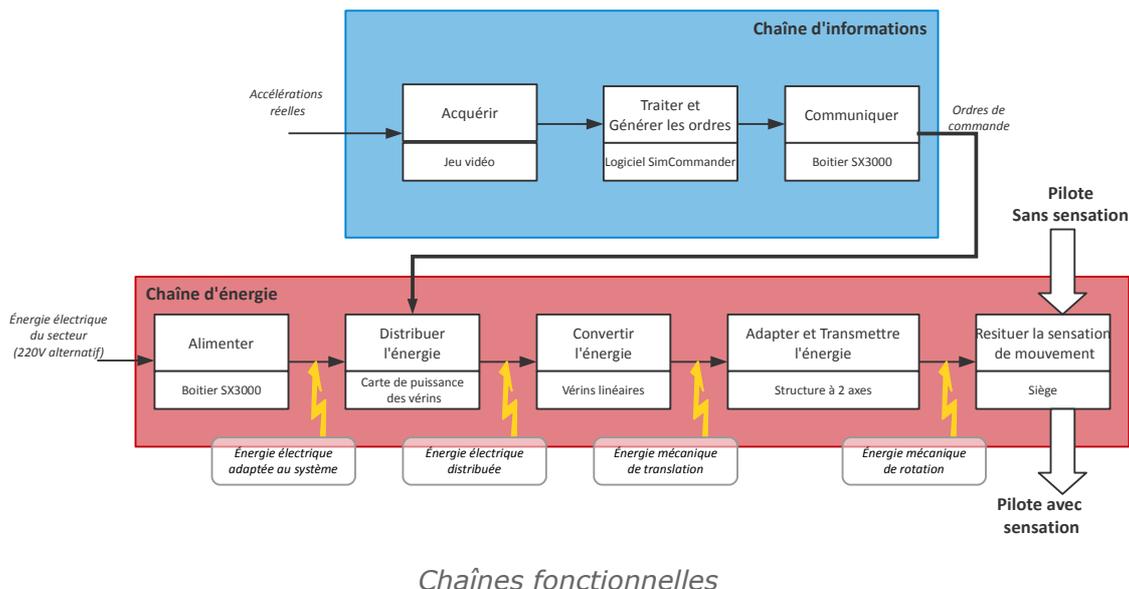


Diagramme IBD

2. Chaînes fonctionnelles

Le diagramme des chaînes d'énergie et d'informations permet d'observer la structure en boucle ouverte du simulateur et les dialogues entre les constituants.



B. Constituants du simulateur

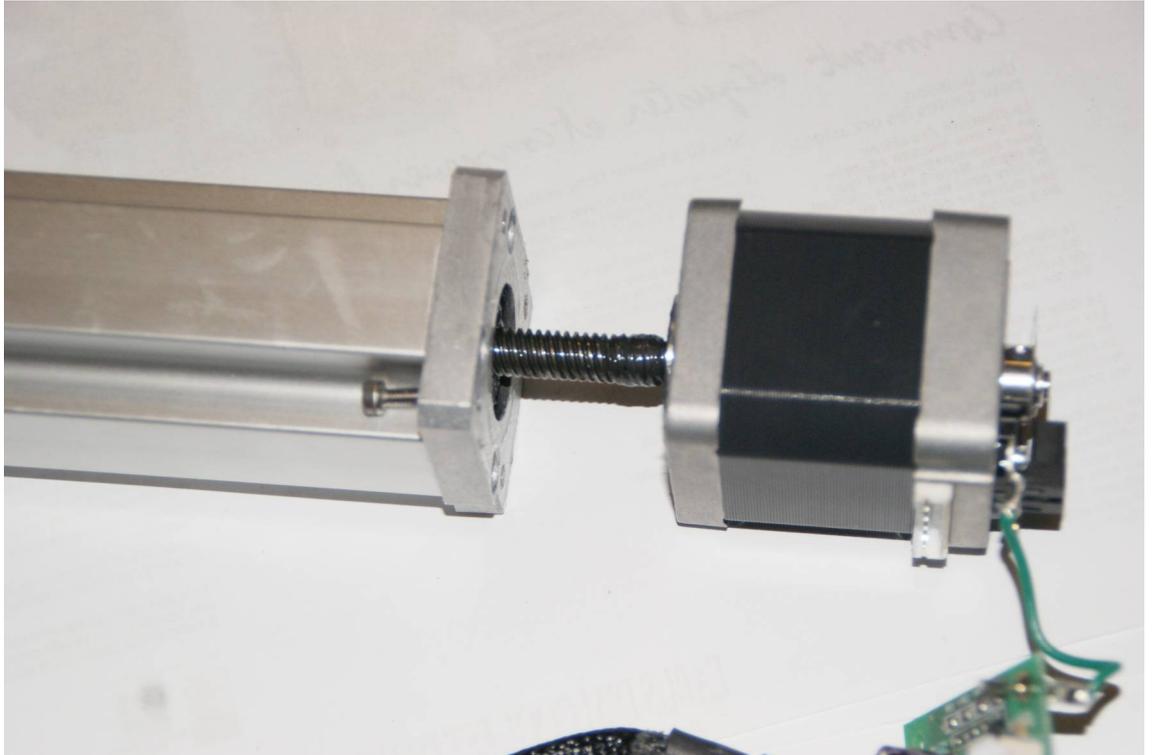
1. Les vérins asservis

Les deux actionneurs utilisés dans le simulateur sont des vérins électriques linéaires asservis développés par Dyadic Systems.

Ces vérins regroupent en un seul élément un moteur (pas à pas), un codeur incrémental ainsi qu'une interface de commande et de puissance (carte électronique) déjà programmée.

La rotation du moteur est transmise à la tige de sortie par l'intermédiaire d'un système vis/écrou à billes de grande précision.





Le modèle SCN5-010 possède les caractéristiques suivantes :

- course : 150 mm
- poussée maximale (pic) : 100 N
- poussée maximale maintenue : 70 N
- vitesse maximale : 400 mm/s
- précision de positionnement ± 0.02 mm
- jeu : 0.3 mm
- charge radiale : 5 à 15 N
- Tension d'alimentation : 24 V
- Courant maximal : 2 A
- Protocole de communication : RS-485
- Masse : 1.2 à 1.4 kg
- Diamètre de la tige : 15 mm

Voir le document pdf [DocumentationVerin-Dyadic1004](#)

Moteur pas à pas

Un moteur pas à pas possède l'avantage de n'avoir ni balai ni contact entre le rotor et le stator. C'est un moteur synchrone pour lequel le champ magnétique est modifié électroniquement de manière à ce que la polarisation de l'aimantation de l'armature tourne.

Le moteur pas à pas est constitué d'un rotor aimanté qui possède un ou plusieurs pôles.

La commande d'un moteur pas à pas est constituée de deux éléments essentiels:

- le contrôleur est nécessaire pour générer des signaux créneaux (PWM) et des consignes logiques utilisées pour le sens de rotation
- le hacheur convertit le signal PWM en tension de commande des bobinages

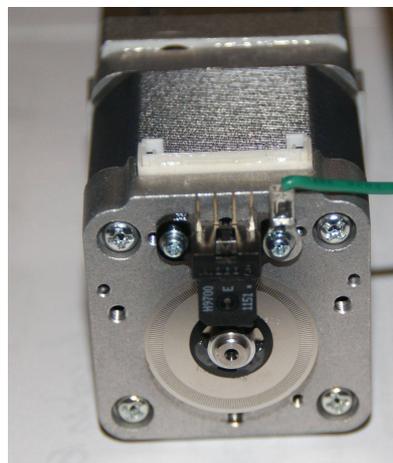
du moteur pas à pas.

L'animation suivante décrit le fonctionnement du moteur suivant différents modes de commande.

Capteur du vérin asservi

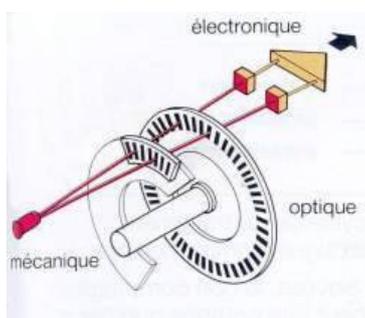
Pour augmenter la précision du vérin, un codeur incrémental est utilisé. Ce capteur mesure une position relative, ce qui explique la nécessité de réaliser une prise d'origine.

Le capteur est implanté directement sur l'arbre moteur et mesure donc sa rotation par rapport à une position de référence. La piste de ce capteur comporte 200 fentes sur une seule piste. Ces codeurs délivrent une information du déplacement angulaire du disque sous forme de train d'impulsions. Le nombre d'impulsions décompté à partir d'une origine permet d'avoir accès à la position angulaire, tandis que la fréquence du signal renseigne sur la vitesse du disque.

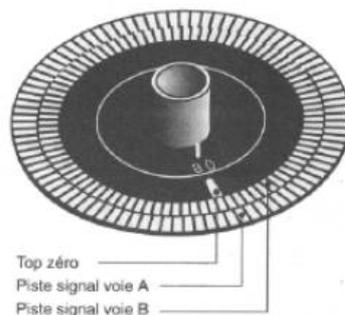


La mise en rotation de l'axe du capteur, lié mécaniquement à l'arbre dont on souhaite mesurer la position angulaire par un accouplement rigide, fait tourner un disque qui lui est solidaire. Ce disque comporte une succession de parties opaques et transparentes (appelées fentes).

Une lumière, émise par des Diodes Électro Luminescentes (DEL ou LED en anglais), traverse les fentes de ce disque créant sur les photodiodes réceptrices un signal analogique. Ce signal est amplifié, converti en un signal carré puis transmis à un système de traitement par un dispositif électronique.

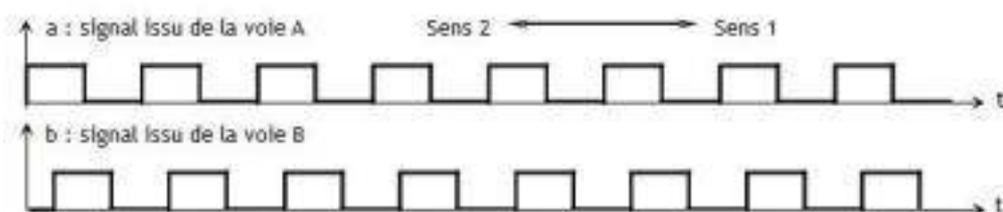


Le disque central ne contient qu'une seule piste mais l'encodeur comporte 2 ensembles photodiodes-phototransistors décalés d'une distance égale au quart de la distance entre deux fentes, ce qui revient au même que d'avoir deux pistes concentriques décalées. Ainsi les signaux reçus par les phototransistors sont en quadrature de phase (décalage d'un quart de période) : pour un tour complet, le faisceau est interrompu n fois (n est le nombre de fentes) alternativement sur chaque émetteur-récepteur.



Lors d'une rotation régulière dans le même sens, on observe donc des signaux sous la forme suivante :

- selon le sens de rotation, on aura un passage du niveau 0 au niveau 1 du signal a quand $b = 0$ (sens de rotation 1) ou quand $b = 1$ (sens de rotation 2) : il suffira alors de regarder la valeur du signal issu de la voie B quand le signal issu de la voie A passe de 0 à 1
- on peut doubler voire quadrupler sans aucun investissement supplémentaire la résolution de ce capteur (donc en ayant l'équivalent d'un capteur à deux voire quatre fois plus de fentes !) en combinant les signaux par une loi logique très simple et classique : la loi OU EXCLUSIF



Pour pouvoir connaître la position angulaire de l'arbre, il est nécessaire d'adjoindre à ce capteur un compteur permettant de déterminer le nombre d'impulsions observées et par là, connaissant la distance angulaire entre deux fentes, de connaître la position angulaire avec une précision directement liée à la résolution du capteur.

Cf. document pdf DocumentationCodeur pour les caractéristiques techniques

Carte électronique du vérin asservi

La carte électronique du vérin asservi intègre plusieurs composants pour :

- dialoguer avec les moteurs
- dialoguer avec un PC
- contrôler le vérin

L'interface de communication entre la carte et le PC est appelée Termi-BUS et est utilisée pour tous les vérins du fabricant. L'avantage de cette interface est qu'elle permet de dialoguer avec plusieurs vérins (jusqu'à 16) en utilisant la même connectique.

Cette interface repose sur un protocole de communication de type série (type EIA RS485) avec synchronisme ajustable. Les trames émises et leur signification sont données dans le document du fabricant.

Des fonctions utilisateurs (dll) permettent de spécifier différentes macro-

commandes (prise d'origine, déplacement donné, vitesse donnée...) sans avoir à connaître les trames de communication.



cf. document pdf DocumentationTERMIBUS-EE064261-EN pour plus d'informations sur les trames

cf. document pdf DocumentationDLL-TMBSCOM-EN pour plus d'informations sur les fonctions disponibles dans la dll

2. Éléments structurels

La liaison entre le siège et le support est réalisé par l'intermédiaire d'un joint de cardan qui autorise ainsi deux degrés de liberté (roulis et tangage). Les liaisons entre les vérins et le siège ou support sont réalisées par des rotules.

Une barre d'amortissement est placée entre le bâti et les rotules inférieures pour amortir les vibrations.



4. Périphériques informatiques

Les données en provenance du volant et pédalier sont directement interceptées dans le logiciel de mesure.

De la même manière, le logiciel de mesure intègre des fonctions permettant de dialoguer avec le jeu vidéo et récupérer ainsi des grandeurs issues directement du jeu vidéo (accélération, ...).



C. Instrumentation

1. Centrale inertielle

Une centrale inertielle est un instrument utilisé en navigation, capable d'intégrer les mouvements d'un mobile (accélération et vitesse angulaire) pour estimer son orientation (angles de roulis, de tangage et de cap), sa vitesse linéaire et sa position.

Elle comporte six capteurs très précis :

- trois gyromètres mesurant les trois composantes du vecteur vitesse angulaire (vitesses de roulis, de tangage et de lacet) en degrés/seconde;
- trois accéléromètres mesurant les trois composantes du vecteur force spécifique. La force spécifique est la somme des forces extérieures autres que gravitationnelles divisée par la masse. Cette quantité a donc la dimension d'une accélération mais, contrairement à ce que suggère le nom de l'instrument de mesure, il ne s'agit pas exactement d'une accélération.

Le calculateur de la centrale inertielle réalise l'intégration en temps réel, uniquement à partir des mesures de ses six capteurs :

- des angles d'attitude (roulis, tangage et cap) ;
- du vecteur vitesse ; et de la position.

Compte-tenu des erreurs de mesures (offsets des gyromètres, bruits sur les grandeurs mesurées), un filtrage des mesures brutes s'impose si on ne veut pas cumuler des petites erreurs et faire diverger les calculs d'angles et de position.

L'algorithme utilisé pour reconstruire les angles est appelé fusion de données (ou filtre de Kalman). Il permet de compenser les offsets des accéléromètres et les bruits des gyromètres et accéléromètres.



Ce capteur est constitué d'une puce MEMS très précise avec une conversion analogique-digitale sur 16 bits simultanée sur chaque canal et une interface I2C

(400 kHz).

Le capteur possède un DMP (Digital Motion Processor) capable de faire des calculs rapides directement sur la puce à partir des mesures brutes du capteur (c'est ce DMP qui réalise le filtrage en temps réel).

Les réglages effectués dans le logiciel permettent d'obtenir une précision

- en accélération de 0.0024 m.s^{-2} environ
- en vitesse angulaire de $0.49 \text{ }^\circ/\text{s}$

cf. Document pdf DocumentationCentraleInertielle-MPU-6000A

2. Capteurs d'efforts

Les capteurs d'efforts sont constitués d'un corps d'épreuve qui se déforme proportionnellement à l'effort subit. Une jauge de déformation mesure cette déformation et renvoie une tension proportionnelle à l'effort mesuré.

Le signal émis par les jauges est d'amplitude très faible. Il est amplifié par un circuit constitué de composants électroniques ajustés en usine permettant de régler la sensibilité du capteur et sa plage d'utilisation.

Le capteur utilisé ici délivre 1000 N pour une plage numérique de 512.

cf. Document pdf DocumentationCapteurEffort-26-fr-FT-ZFA-FE-0412



Image 1 Capteur d'effort

3. Potentiomètres linéaires

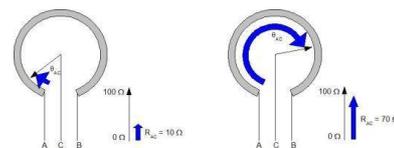


Potentiomètres linéaires

Ce type de capteur est adapté pour mesurer un déplacement linéaire dans un encombrement réduit.

Le câble est directement relié à l'axe de sortie d'un potentiomètre angulaire multi-tour.

Le principe du potentiomètre est simple : on relève la tension aux bornes d'une portion de résistance R dont la longueur est proportionnelle au déplacement de l'axe du potentiomètre. Sachant que la résistance totale R_t est alimentée sous une tension $U_{max}=5$ Volts, on peut déduire d'une relation de division de tension $U_{mesurée}=U_{max}/R_t * R$. En utilisant la proportionnalité entre R et le déplacement de l'axe, on obtient que la tension délivrée par le capteur est donc directement proportionnelle au déplacement.



La tension d'alimentation du capteur est de 5 V et l'étendue de mesure de 312 mm. La précision de mesure est lié à la précision du capteur et la caractéristique du convertisseur analogique numérique (CAN ou ADC) qui convertit la tension mesurée sur 10 bits soit 1024 valeurs.

cf. document pdf DocumentationPotentiometre-632-fr-FT-SM1-F-0912

Logiciels

IV

Utilisation du logiciel SimCommander 3	49
Lancement du jeu F1 2011	53
Utilisation du logiciel d'acquisition et pilotage Client/Serveur du simulateur	64

A. Utilisation du logiciel SimCommander 3

1. Lancement

Le logiciel SimCommander permet de piloter les vérins en fonction des informations extraites de jeux vidéos.

Cliquer sur l'icône SimCommander



Au démarrage, une prise d'origine est automatiquement réalisée.



Attention

Si la prise d'origine ne se fait pas ou qu'un message d'erreur apparaît (problème avec un COM XX), cela indique que les vérins sont mal branchés (port usb déconnecté, alimentation nulle ...) ou bien que le serveur d'acquisition est lancé et qu'un utilisateur demande le contrôle externe des vérins.

Dans ce dernier cas, il faut fermer le logiciel ServeurSimulateur en cliquant dans la barre des tâches en bas à droite sur l'icône  puis cliquer sur Quitter.

Vous arrivez sur l'écran d'accueil suivant.



Vous pouvez choisir la langue du logiciel.

Faire défiler à l'aide des curseurs  les jeux disponibles (s'il y en a plusieurs !) et double-cliquer sur celui désiré (F1 2011 par défaut). Au chargement, un à-coups doit être senti (la première fois) au niveau des vérins pour indiquer que SimCommander pilotera bien les vérins pendant le jeu.

2. Liste de jeux disponibles

Nom du jeu	Catégorie	Logo
Rfactor	Course automobile	
ARCA Sim Racing	Course de stock-car	

Dirt 2	Rallye automobile	
Dirt 3	Rallye automobile	
Dirt Showdown	Course de stock-car	
F1 2010	Course de formule 1	
F1 2011	Course de formule 1	
Grid	Course automobile	
Game Stock Car	Course de stock-car	
GTR Evolution	Course automobile	
iRacing	Course automobile	
Kart Racing Pro	Course de karting	

Live For Speed (LFS)	Course automobile	
No Limits Rollercoaster	Amusement	
Race 07	Course automobile	
Race Room	Course automobile	
rFactor 2	Course automobile	
World Racing Series	Course automobile	
X-Plane 10	Simulation de vol	

B. Lancement du jeu F1 2011

1. Lancement et paramétrage du jeu F1 2011

Après chargement de la présentation, un menu demande d'appuyer sur Start. Cliquer alors sur le troisième bouton rouge du levier de vitesse pour que le volant soit automatiquement pris en compte (si vous appuyez sur Entrée sur le clavier, il faudra alors se rendre dans les options pour configurer le volant comme périphérique de contrôle).

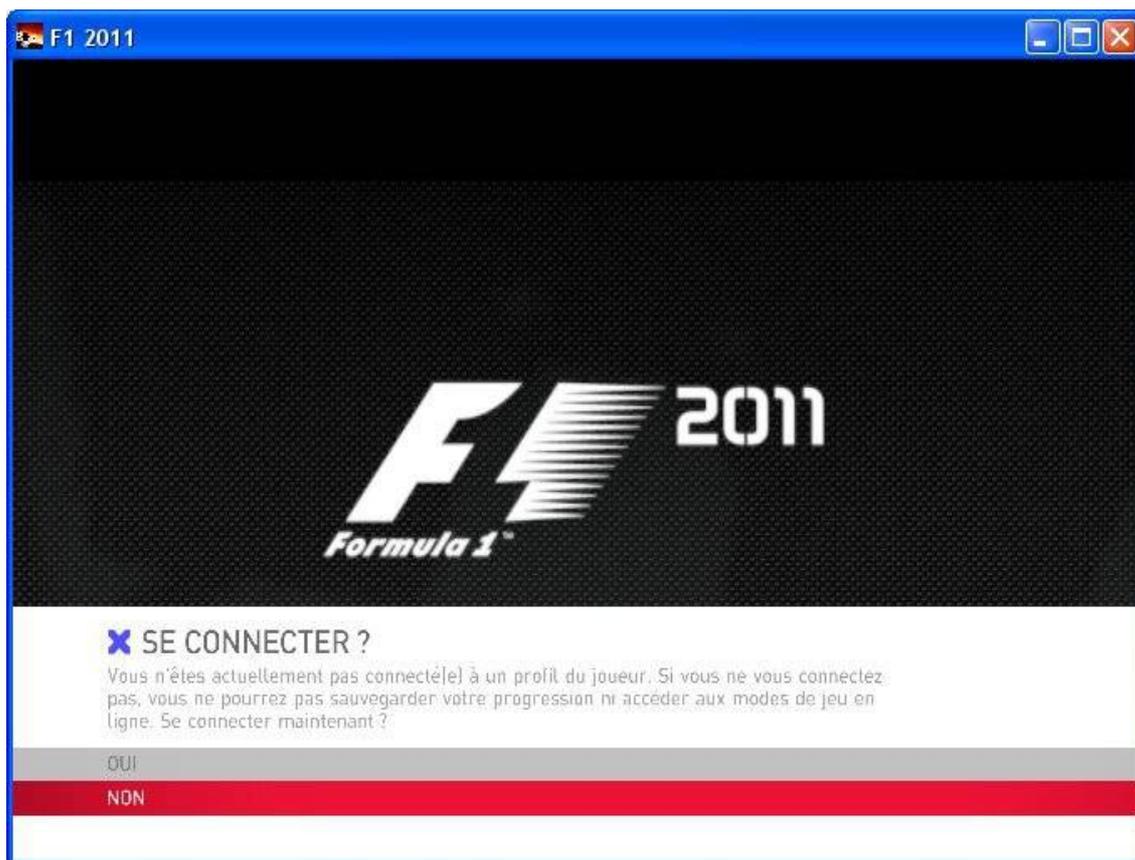




Menu pour choisir automatiquement le périphérique d'entrée

Répondre Non à la demande de connexion. Si vous créez un compte Live, vous pourrez sauvegarder des paramètres de session.

Vous arrivez ensuite au menu principal.

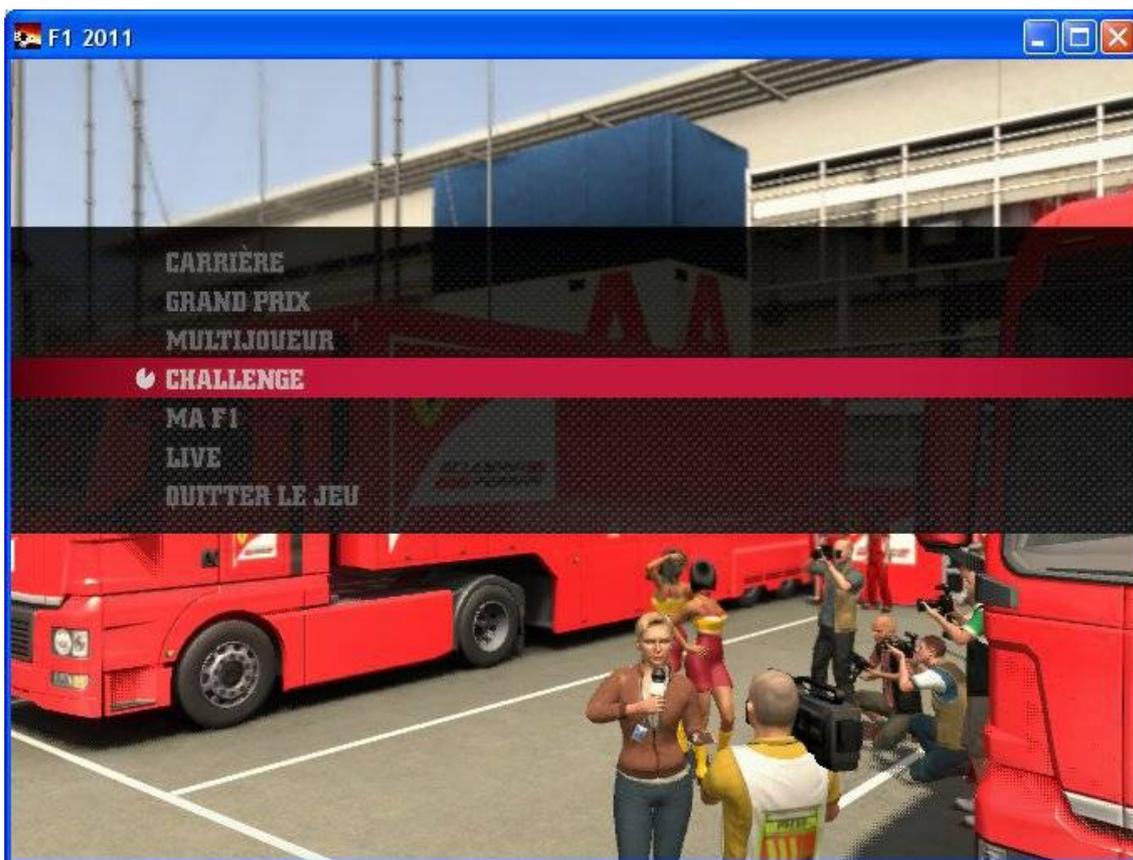


Connexion à un compte Live si nécessaire



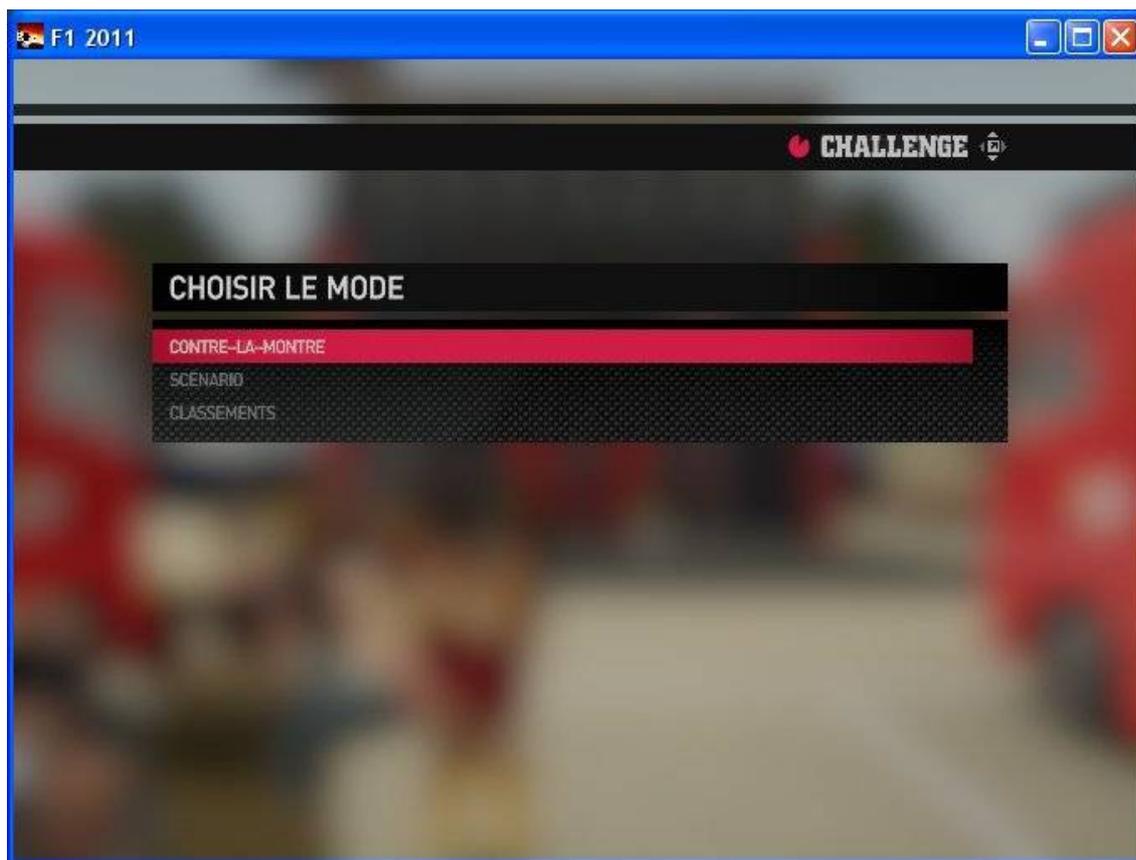
Menu principal

Sélectionner le mode **Challenge** en utilisant le curseur du levier de vitesse et le bouton noir du dessus pour valider. Les autres modes nécessitent un peu d'entraînement !!!

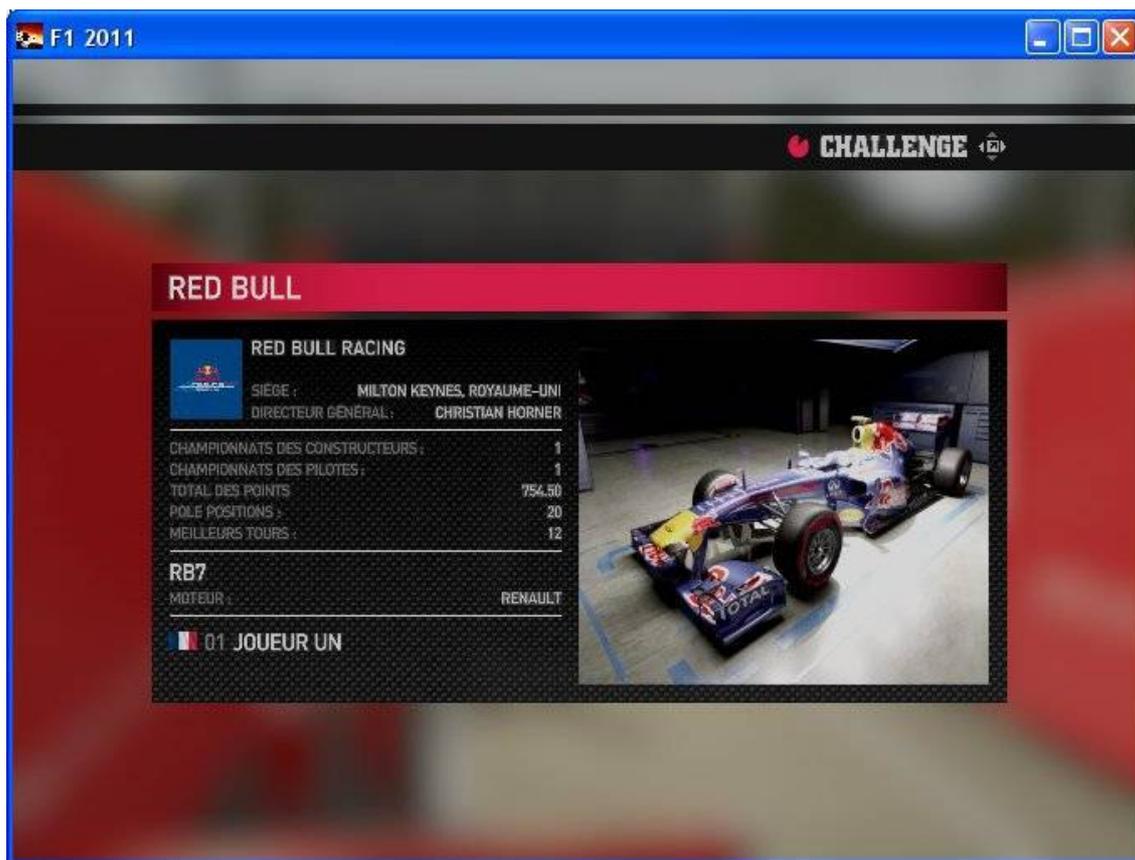


Choix du mode Challenge

Choisir ensuite le mode **Contre la Montre**. Puis sélectionner une voiture disponible et un circuit.



Mode de jeu



Choix du véhicule



Choix du circuit

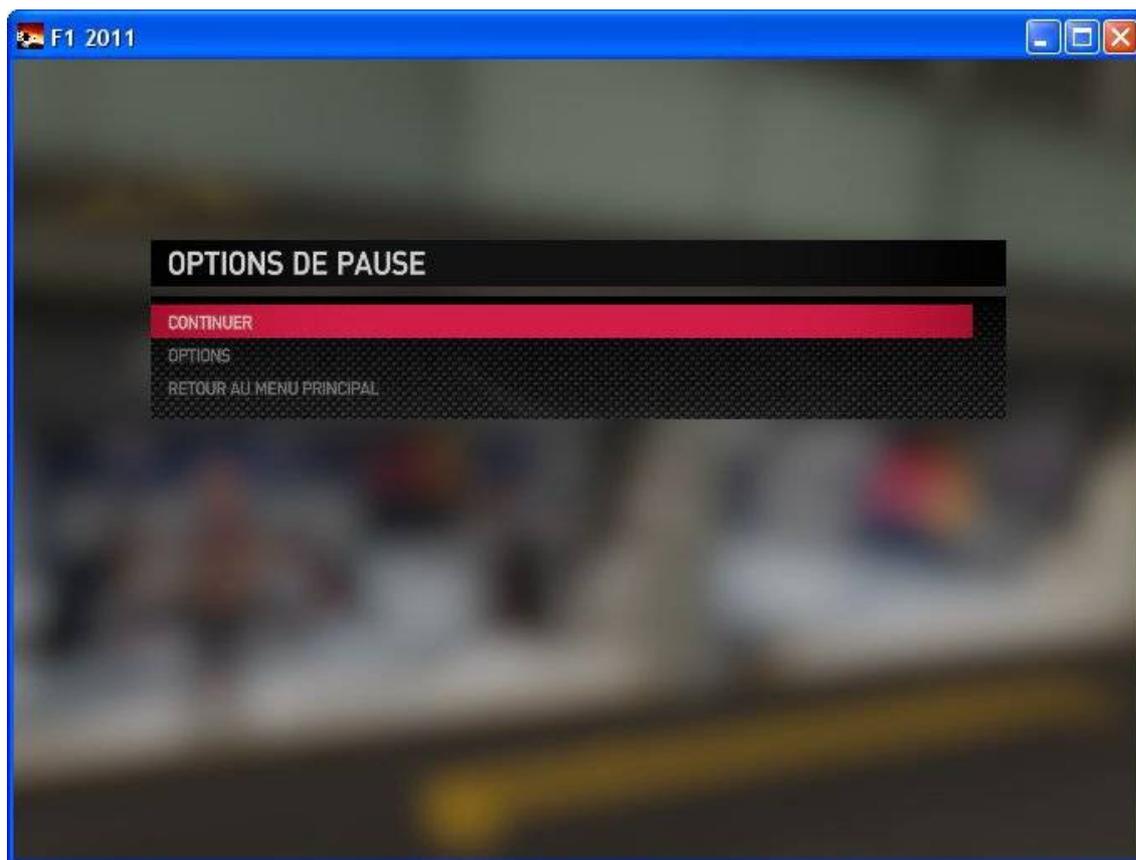
Au niveau de l'écran concernant la visualisation de la voiture fantôme, continuez sans vous connecter.



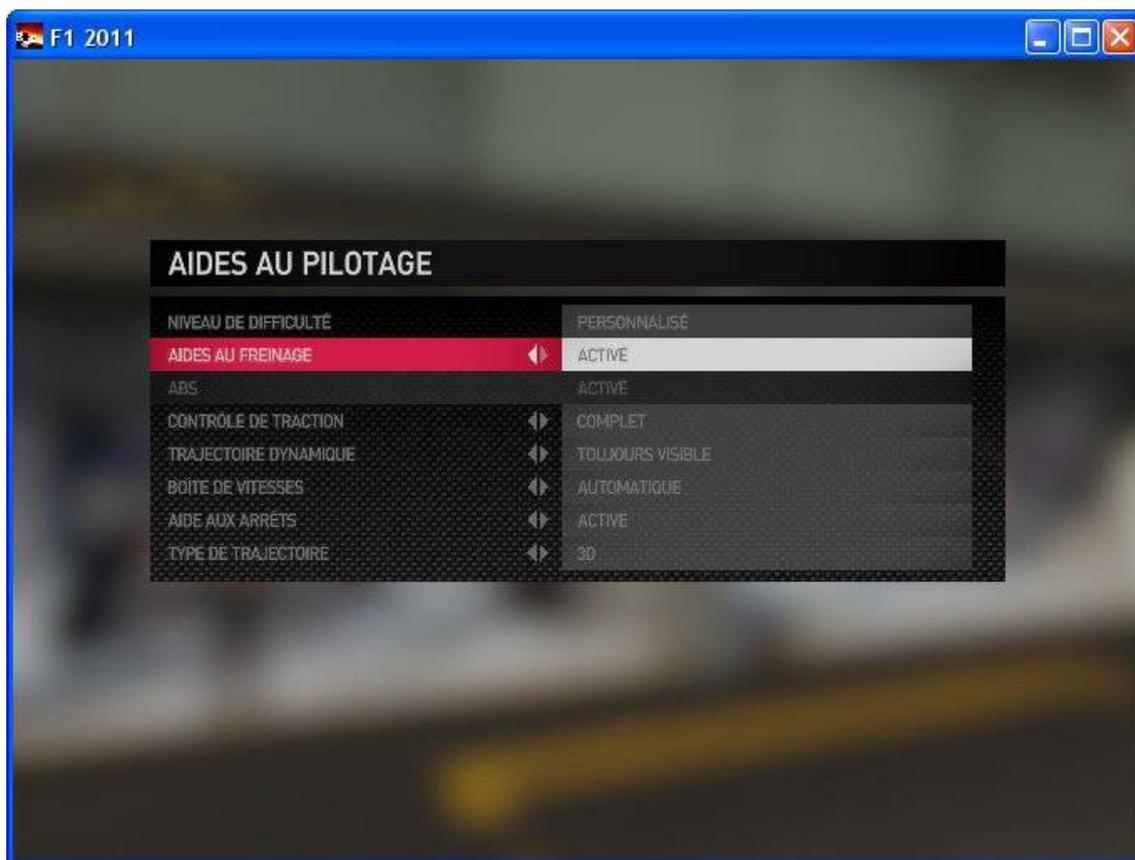
Tentative de connexion pour récupérer les statistiques du profil Live

Dans le menu OPTIONS INGENIEUR, appuyer sur le bouton rouge Start pour accéder aux aides au pilotage et régler les options si nécessaire.

Choisir OPTIONS puis dans AIDES AU PILOTAGE, désactiver les aides au freinage pour mieux gérer la conduite (voire Boite de vitesses : séquentielle manuelle pour passer les vitesses avec les palettes au niveau du volant si vous vous sentez suffisamment à l'aise !). Le levier de vitesse n'est pas utilisé dans F1 2011.



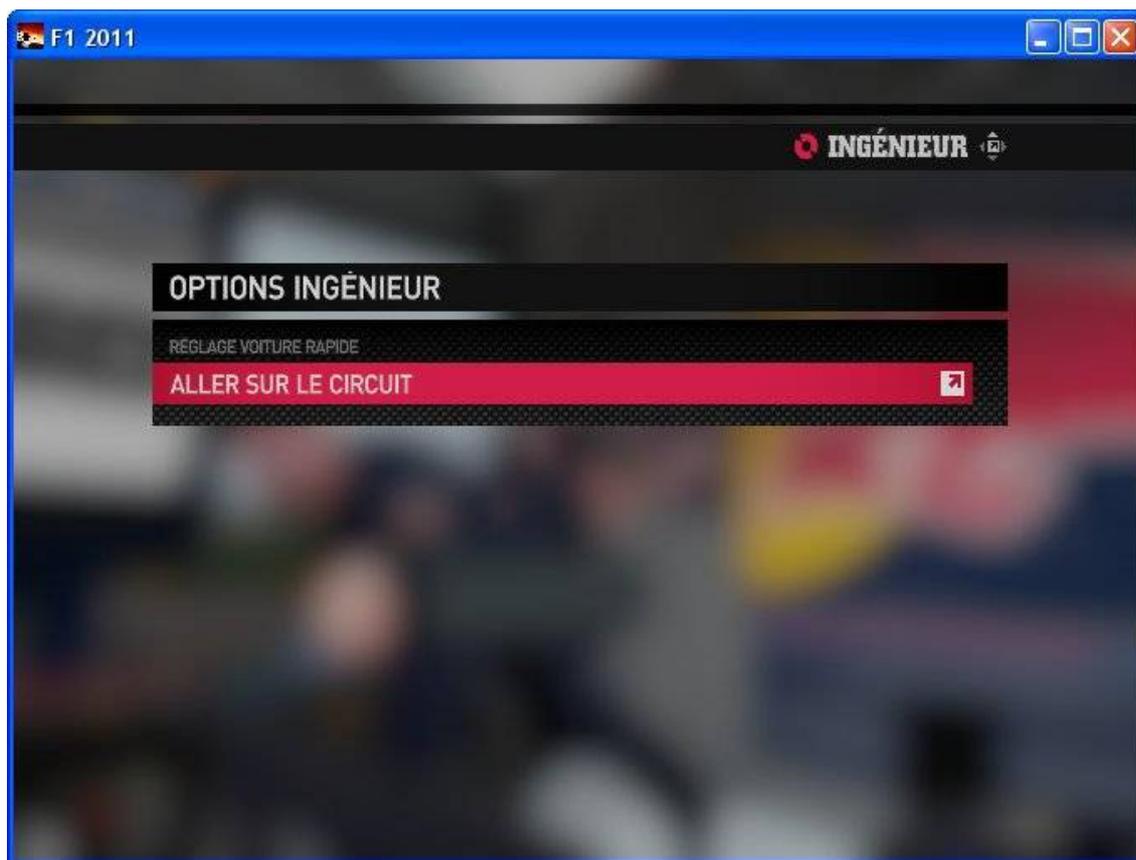
Menu ingénieur en pause (appui sur la touche Echap/Entrée)



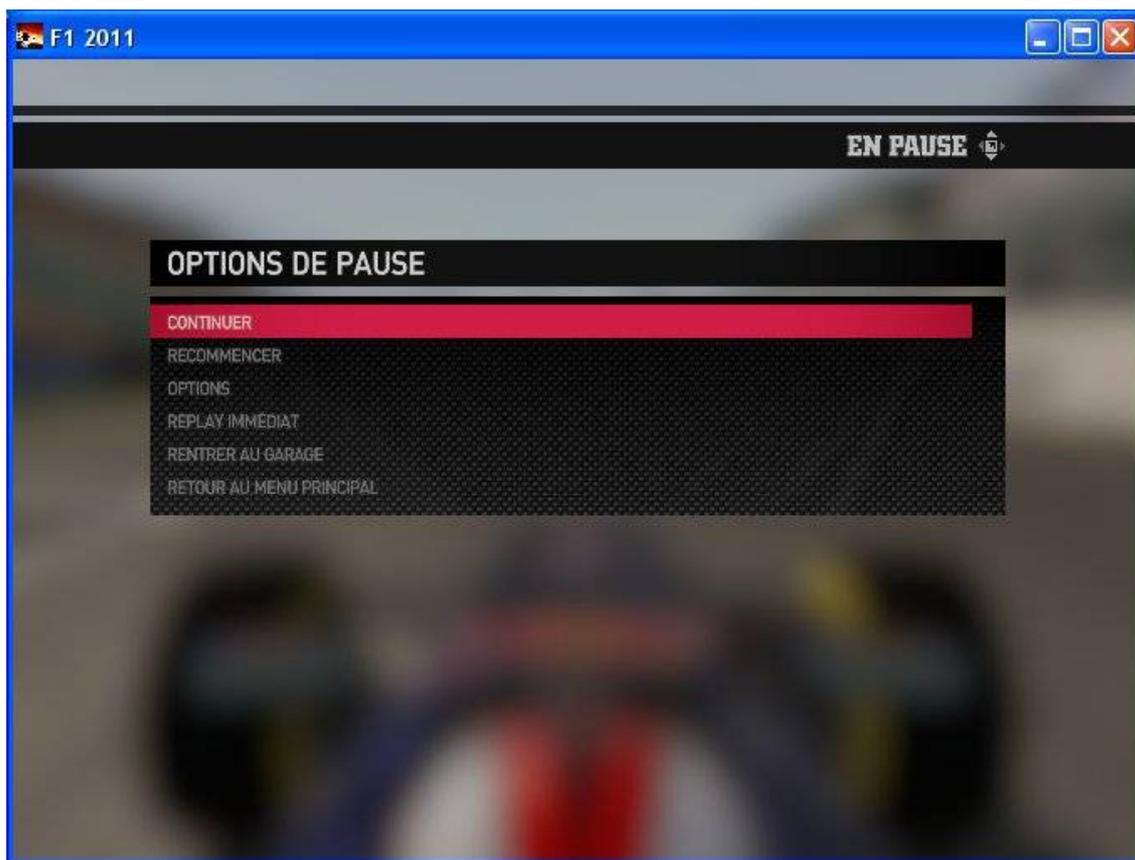
Réglage des aides au pilotage

Cliquer sur le bouton rouge du levier pour sortir des différents menus et revenir sur le circuit en cliquant sur Aller sur le circuit.

Ce même bouton rouge permet de faire une pause pendant la course (nécessaire pour sortir du simulateur).



Menu ingénieur : Aller sur la piste



Pause pendant le jeu (appui sur Echap/Entrée)

C. Utilisation du logiciel d'acquisition et pilotage Client/Serveur du simulateur

Si le simulateur n'est utilisé que pour le jeu il n'est pas nécessaire de suivre les indications de cette partie. Pour réaliser des mesures ou piloter directement les vérins, DMSEducation propose un logiciel dédié basé sur une technologie Client/Serveur permettant à plusieurs utilisateurs d'effectuer des mesures ou pilotages en transférant automatiquement les données depuis le simulateur vers n'importe quel poste relié au réseau.

Attention : il est donc essentiel que le PC du simulateur soit relié au réseau du lycée ou à un routeur et que d'autres PCs pour l'acquisition soient également reliés au réseau.

On notera également qu'il n'est pas possible de piloter les vérins avec le logiciel si le logiciel SimCommander est déjà lancé !

Le logiciel ServeurSimulateur est préinstallé sur le PC du simulateur. Il faut ensuite équiper un ou plusieurs postes informatiques du logiciel ClientSimulateur. Les parties suivantes décrivent les différents menus du logiciel.

1. Menu principal

Lancement

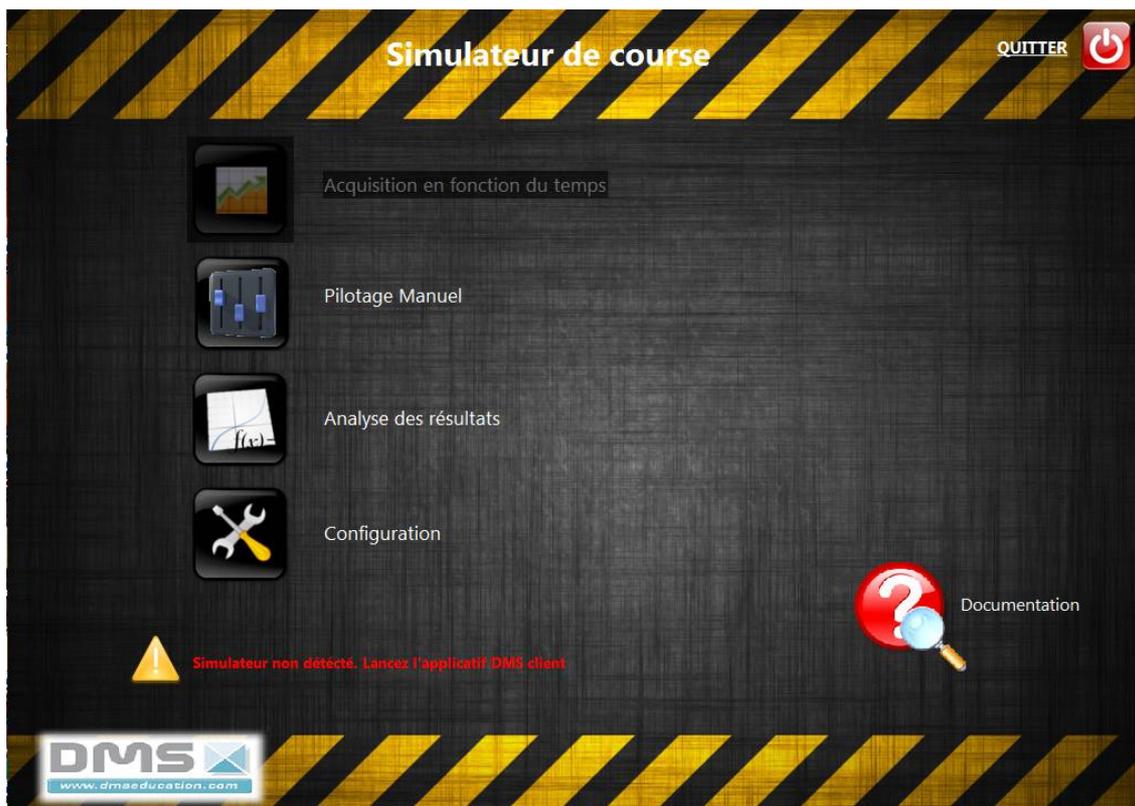
S'assurer au démarrage que l'appliquatif ServeurSimulateur a été lancé sur le poste

du simulateur. Pour savoir si celui-ci est lancé, regarder l'icône dans la barre des tâches :  serveur OK, ou  serveur KO. Dans ce dernier cas, il faut relancer l'application après avoir cliqué sur Quitter. Un icône orange apparaît au lancement pendant 15s, ceci permet de stabiliser les mesures de la centrale inertielle équipant le simulateur.

Lorsque vous cliquez sur l'icône de l'application ClientSimulateur, vous arrivez sur l'écran d'accueil.



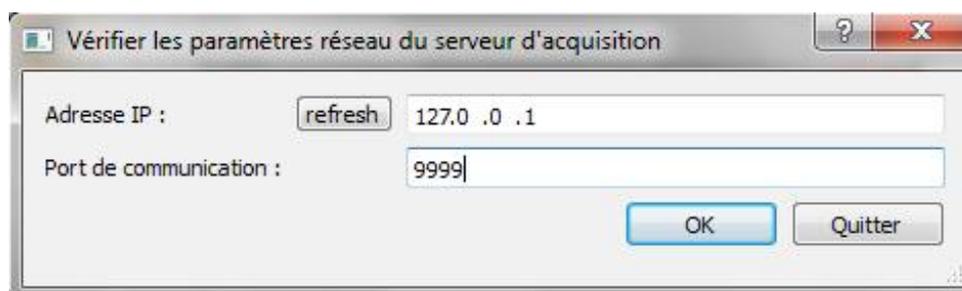
Si le PC du simulateur est bien sur le réseau et que l'application ServeurSimulateur est lancée, un message l'indique en bas de la fenêtre, sinon vous obtenez la fenêtre suivante.



Dans ces conditions, il faut aller dans le menu Configuration pour renseigner la bonne adresse IP du PC du simulateur. Il faudra peut être relancer l'application.

Pour obtenir l'adresse IP du PC du simulateur, il suffit de cliquer sur l'icône de l'appli **Serveur Simulateur** situé sur l'ordinateur du simulateur.

En cliquant sur l'icône, la fenêtre de renseignement du serveur se lance. Cliquer sur Refresh pour obtenir automatiquement l'**adresse IP à recopier à la main sur le poste client**. Valider en cliquant sur OK



Sous-menus

Le logiciel comporte 5 sous-menus :



: le menu Acquisition permet de faire des relevés en fonction du temps de différentes grandeurs. L'acquisition se fait en temps réel. C'est le menu à utiliser si vous souhaitez faire une acquisition pendant un jeu.



: le menu Pilotage permet de définir différentes consignes à appliquer aux vérins. Il n'est pas possible de lancer le logiciel SimCommander si le mode pilotage est actif (et inversement).



: le menu Analyse des résultats est disponible même si le simulateur n'est pas détecté. Il permet de traiter les grandeurs physiques obtenues et sauvegardées précédemment.



: le menu Configuration permet d'étalonner plus finement les grandeurs mesurées. Par défaut les grandeurs sont déjà étalonnées.



: la documentation du projet est accessible par ce bouton. Elle fournit les informations de contexte, techniques et les aides des logiciels. Vous pouvez générer à l'aide de Scenari une nouvelle documentation et stocker tout le répertoire généré n'importe où puis renseigner dans le menu Configuration le répertoire contenant le fichier Index.html. Toute documentation web, même sur un lecteur réseau, peut être accessible depuis ce bouton (si le chemin est configuré !)



Le bouton Quitter permet de fermer l'application. Vous pouvez aussi cliquer sur la croix de la fenêtre.

Un message demande de sauvegarder ou non toutes les acquisitions valides faites pendant la session. Leur nommage est automatique.

2. Menu Acquisition

Description du menu



Cliquer sur l'icône pour accéder au menu permettant de faire des acquisitions temps réels de plusieurs grandeurs issues du simulateur en fonction du temps.

Grandeurs disponibles

Le logiciel permet d'afficher au cours du temps (en abscisse en secondes) les grandeurs définies dans la légende. Celles-ci peuvent être cochées ou non.

Les grandeurs accessibles sont :

- l'angle de roulis en $^{\circ}$: roulis
- l'angle de tangage en $^{\circ}$: tangage
- la vitesse angulaire de roulis en $^{\circ}/s$: wroulis
- la vitesse angulaire de tangage $^{\circ}/s$: wtangage
- les accélérations selon les axes X, Y et Z définis sur la figure du menu Analyse en m/s^2 .

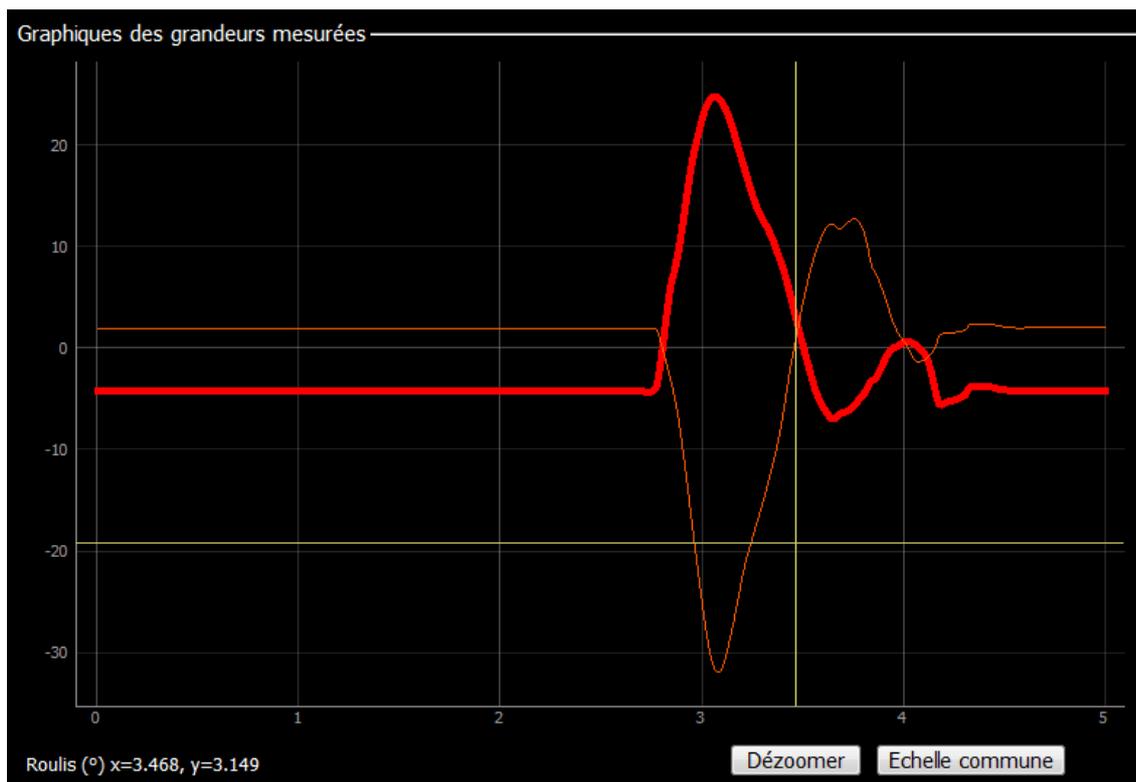
- le déplacement par rapport à sa position médiane du vérin 2 (défini sur la figure du menu Analyse) en mm : Pos_verin2
- le déplacement par rapport à sa position médiane du vérin 1 (défini sur la figure du menu Analyse) en mm : Pos_verin1
- l'effort dans le vérin 2 (défini sur la figure du menu Analyse) en N : Force_verin2
- l'effort dans le vérin 1 (défini sur la figure du menu Analyse) en N : Force_verin1
- le pourcentage d'appui sur la pédale d'accélération (de 0 à 1): Accélérateur
- le pourcentage d'appui sur la pédale de frein (de 0 à 1) : Freinage
- l'angle du volant (de -1 à 1) : volant
- des données DATA1, DATA2, DATA3, DATA4 fonction du type de travail effectué :
 - en mode Acquisition seule, ces données sont les grandeurs lues depuis le jeu vidéo qui peut donc contenir des informations extraites du jeu vidéo (accélérations réelles, vitesses angulaires réelles).
 - en mode Pilotage, les deux premières données sont les consignes de position des vérins 1 et 2. Les deux autres ne sont pas utilisées.

Les attributs graphiques (couleur, épaisseur, type...) des différentes courbes peuvent être changés en cliquant sur les symboles situés à côté de la légende.

L'icône **Echelle commune** permet de mettre à la même échelle (normalisée entre -1 et 1) plusieurs grandeurs qui ne sont pas nécessairement du même niveau.

Pour faire un zoom, il suffit à l'aide de la souris de sélectionner une zone à agrandir. L'icône **Dézoomer** permet de revenir à l'échelle réelle.

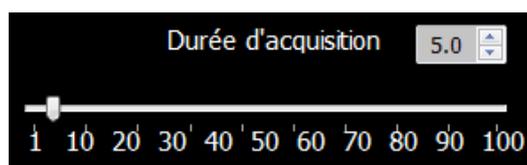
Il suffit de cliquer sur une courbe pour la mettre en surbrillance et obtenir des informations sur les valeurs à 3 chiffres significatifs en bas de la fenêtre. Le curseur indique la valeur pour le temps sélectionné quelle que soit la position verticale de celui-ci.



L'icône Statistique permet de choisir une zone pour laquelle des grandeurs telles que la moyenne, le minimum, le maximum... seront calculés. Les informations sont disponibles en bas de la fenêtre.

Réaliser une mesure

Avant de lancer une mesure, il est nécessaire de spécifier la durée d'acquisition souhaitée en utilisant les curseurs ou en entrant directement la durée en seconde.



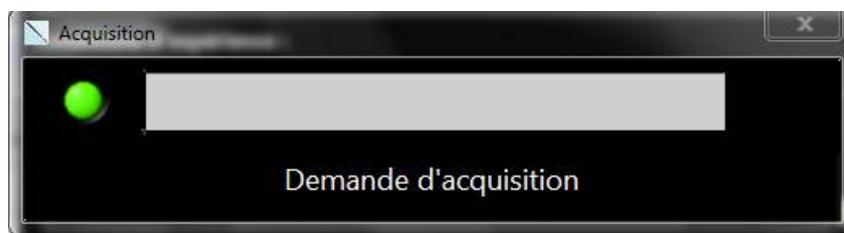
Un nom par défaut et le type de mesure est donné dans la zone Conditions d'expérience.

Vous pouvez si nécessaire renseigner la zone Description qui sera gardée en mémoire pour une mesure valide et accessible comme info bulles dans le menu Analyse.

Le bouton Enregistrer  permet de conserver en mémoire la mesure effectuée

même si celle-ci a été stopper avant la fin de l'acquisition. Cette mesure sera accessible dans le menu Analyse (avec la description comme info-bulles). Toutes les mesures mémorisées seront enregistrées en quittant le logiciel si l'utilisateur le demande.

Le bouton  permet de démarrer la mesure. Une fenêtre Demande d'acquisition s'ouvre. Après vérification qu'une mesure n'est pas déjà en cours, l'acquisition est lancée et une barre de progression s'affiche.



Vous pouvez stopper la mesure à tout moment en appuyant sur le bouton



A la fin de la mesure ou si celle-ci a été stoppée par l'utilisateur, une fenêtre vous demande si vous souhaitez conserver la mesure en cours. Elle est alors disponible dans le menu Analyse pour un traitement spécifique des courbes.

Attention, si vous ne cliquez pas sur Oui, la mesure sera effacée à la prochaine acquisition.



Vous pouvez cependant enregistrer la mesure affichée pour exploitation en cliquant sur la disquette . La mesure et son descriptif sont alors sauvegardée en mémoire.

Une fois l'acquisition terminée, vous pouvez revenir au menu principal en utilisant

le bouton 

Le bouton  permet d'accéder directement au menu Pilotage.

3. Menu Analyses

Ce menu est accessible depuis le menu principal par l'icône . Il permet de combiner des grandeurs, de tracer l'une en fonction de l'autre.

Choix d'une mesure

Les mesures enregistrées dans le menu Acquisition pendant une session sont accessibles depuis le bandeau supérieur.



Vous pouvez sélectionner jusqu'à 6 mesures pour superposition si nécessaire. Pour cela, sélectionner dans les menus déroulants votre mesure 1 (le menu déroulant 2 est alors disponible). Une fois la mesure sélectionnée, si vous passez et maintenez la souris au dessus du menu déroulant, la description renseignée dans le menu Acquisition pour la mesure donne des informations utiles !

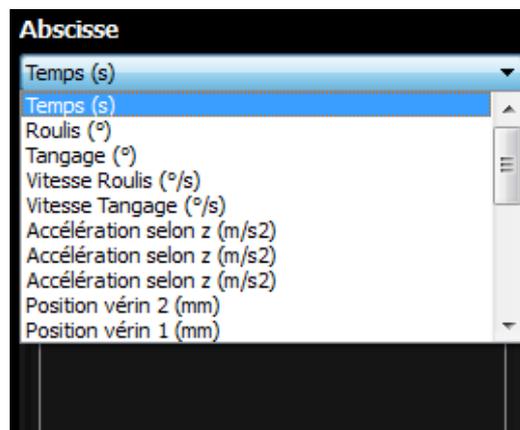
Vous pouvez supprimer des mesures de manière définitive en les sélectionnant dans ces menus déroulants et en cliquant sur le symbole .

Il est possible de charger des mesures déjà enregistrées sur le disque dur en cliquant sur le bouton .

Les mesures chargées sont mises à la suite des mesures de la session. Elles ne peuvent ni être à nouveau enregistrées ni effacées du disque dur depuis le logiciel.

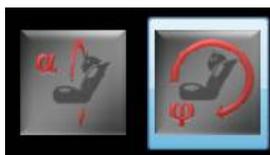
Sélection de l'abscisse et des ordonnées

En cliquant sur la flèche sous la zone Abscisse, on accède à toutes les grandeurs disponibles. Sélectionner la grandeur souhaitée.



Les ordonnées sont sélectionnées en cliquant sur les boutons correspondant, autour de l'image du simulateur.

Ceux-ci apparaissent en surbrillance



Pour tracer les courbes, il suffit d'appuyer sur le bouton . Le menu obtenu

est le même que celui d'affichage des courbes du menu Acquisition.

Les grandeurs sélectionnables sont les suivantes :

Icône	Description
	Angle de roulis en °
	Angle de tangage en °
	Vitesse angulaire de roulis en °/s
	Vitesse angulaire de tangage en °/s
	Accélération selon l'axe X en m.s ²
	Accélération selon l'axe Y en m.s ²
	Accélération selon l'axe Z en m.s ²
	Déplacement du vérin 2 en mm

	Effort dans le vérin 2 en N
	Déplacement du vérin 1 en mm
	Effort dans le vérin 1 en N
	Pourcentage d'enfoncement de la pédale d'accélération
	Pourcentage d'enfoncement de la pédale de frein
	Angle du volant en °
	Données 1 à 4 fonction du type de travail lancé : si le menu Pilotage n'est pas coché, DATA1 à DATA4 sont des données issues du jeu (configuration dans ServeurSimulateur). Si Pilotage est coché, DATA1 et DATA2 sont les consignes (DATA3 et 4 non utilisées)

Le bouton Export csv permet d'enregistrer les données sur le disque dur en un format lisible par les tableurs standards (open/libreoffice, excel).

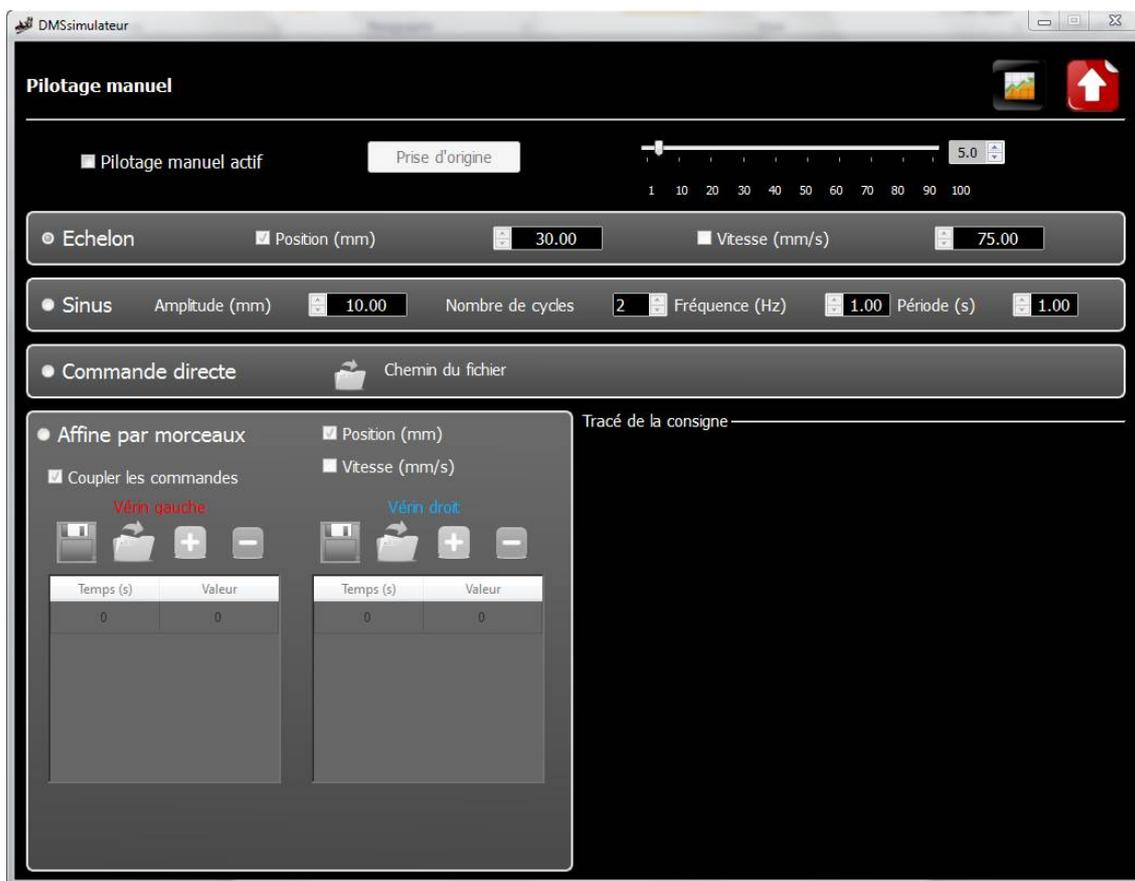
Les icônes grisés seront accessibles dans une prochaine version du logiciel pour réaliser des opérations sur les données et les afficher.

4. Menu Pilotage

Présentation

Le menu est accessible depuis le menu principal par l'icône  ou bien directement depuis le menu Acquisition (même icône).

On peut accéder aux sous-menus uniquement si Pilotage manuel actif est coché.



Le bouton  permet de revenir directement au menu Acquisition sans passer par le menu principal et ainsi pouvoir lancer l'acquisition et le pilotage en même temps.

Le bouton  permet de revenir au menu principal.

Les consignes disponibles

Différents types de pilotage sont disponibles :

- prise d'origine
- consigne en échelon de position ou de vitesse
- consigne en sinus de position
- consigne de type affine par morceaux en position ou en vitesse
- consigne quelconque définie par l'utilisateur (Commande directe)

Il suffit de cocher et renseigner les éléments de chaque consigne puis lancer une mesure pour accéder au pilotage et à l'acquisition simultanément.



Attention

Le pilotage n'est pas compatible avec le logiciel SimCommander. Si celui-ci est ouvert, les vérins ne sont pas disponibles. Un message d'erreur l'indique (serveur non disponible).

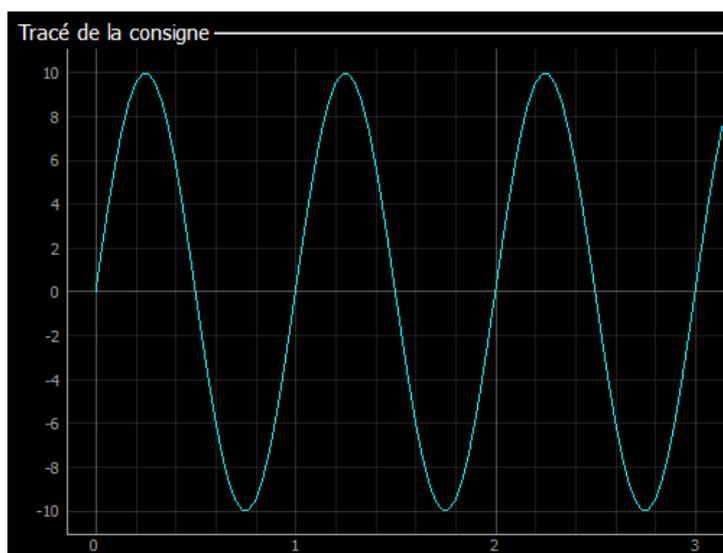
Il faut donc fermer SimCommander et refaire un pilotage manuel.

Inversement, si SimCommander indique que les vérins ne sont pas disponibles, il faut relancer une mesure seule (sans pilotage) pour libérer les vérins.

A la première demande de pilotage, une prise d'origine est faite automatiquement sans relevé des grandeurs physiques.

La durée de mesure est automatiquement adaptée pour certaines consignes (sinus, affine par morceaux).

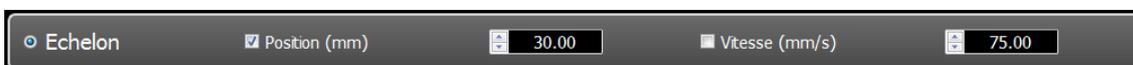
Une zone graphique est disponible pour afficher la consigne demandée.



Descriptif de la prise d'origine

En cliquant sur le bouton prise d'origine , on passe directement sur le menu Acquisition et les vérins réalisent une prise d'origine. Les courbes sont automatiquement tracées. Ceci permet d'analyser plus finement la prise d'origine.

Description de la consigne en échelon



La position de consigne des vérins est limitée à ± 74 mm

La vitesse des vérins est limitée à ± 200 mm/s

La consigne en échelon est la même pour les deux vérins (mouvement de tangage).

Description de la consigne en sinus



Le nombre de cycles complets doit être renseigné ainsi que la fréquence en Hz ou la période en secondes du sinus. Ces grandeurs définissent automatiquement la durée de la mesure. Renseigner également l'amplitude en mm (inférieure à 75) pour le sinus.

La consigne en sinus est la même pour les deux vérins.



Attention

Si la fréquence demandée est trop grande, les vérins se déplaceront quand même mais ne respecteront pas du tout la consigne.

Le produit $2 \cdot n \cdot f \cdot \text{amplitude}$ ne doit pas dépasser 200mm/s pour pouvoir obtenir réellement un sinus.

Des limitations sont mises dans les paramètres pour ne pas abîmer les vérins.

Description de la consigne affine par morceaux



En cochant la case Coupler les commandes, on rend indisponible le tableau pour le vérin 2 et les deux vérins ont le même mouvement, sinon il faut renseigner le tableau pour les deux vérins.

Choisir le type de consigne : position ou vitesse

Ajouter des lignes au tableau en cliquant sur l'icône . Renseigner ensuite l'instant correspondant au point anguleux de la loi affine par morceaux et la valeur souhaitée de consigne.

Pour supprimer une ligne, il suffit de se placer sur cette ligne et cliquer sur l'icône



La zone d'affichage de la consigne aide à la définition correcte de la loi souhaitée.

Les données sont automatiquement rangées par ordre croissant des valeurs temporelles renseignées.

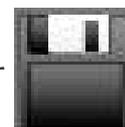
Comme précédemment, le vérin ne peut pas dépasser ± 75 mm en position et \pm

200 mm/s. Le logiciel autorise toutes les valeurs mais un message d'erreur s'affichera au lancement de la mesure si les valeurs ne sont pas correctes.

La première valeur est toujours 0 - 0.



Vous pouvez sauvegarder des lois renseignées en cliquant sur



De même, pour charger une loi déjà sauvegardée, il suffit de cliquer sur



Un exemple de loi trapèze est disponible dans le répertoire d'installation du logiciel.

Descriptif de la consigne Commande directe



Choisir un fichier de commande en cliquant sur le bouton



Les fichiers de consignes sont nécessairement des fichiers python dans lesquels on trouve au moins deux fonctions :

- `def ma_fct_d(joystick, tcur, consignes) :`
- `def ma_fct_g(joystick, tcur, consignes) :`

Ces deux fonctions doivent renvoyer les longueurs des vérins pour le pas de temps courant.

Elles sont automatiquement transmises à l'ordinateur du simulateur qui charge le fichier en temps réel.

Des exemples de fichiers de commande directe sont disponibles. Ils permettent entre autre d'utiliser un fichier de point quelconques lu automatiquement et stocké dans data ou bien d'utiliser les valeurs lues du joystick.

Les variables passées en argument sont :

- `joystick`
 - `joystick.volant` : angle du volant entre -1 et 1

- joystick.acc : enfoncement de la pédale d'accélération de 0 à 1
- joystick.frein : enfoncement de la pédale de freinage de 0 à 1
- consignes
 - consignes.datagame_prec et consignes.datagame_cur : donne les 4 valeurs issues du jeu au piquet de temps précédent et au piquet de temps courant .
 - consignes.posg_prec ou consignes.posd_prec : donne les consignes de positions pour les vérins gauche et droit au piquet de temps précédent
 - consignes.t_prec donne la valeur du piquet de temps précédent
- tcur : donne le piquet de temps courant

Penser à taper `return + valeur` à la fin de chaque fonction sous peine d'avoir un blocage des vérins !

Les consignes spécifiées seront visibles dans le menu Acquisition après lancement d'une mesure.



Attention

Certaines sécurités sont mises dans le logiciel pour éviter notamment que les consignes dépassent 75 mm. Cependant si les vérins ne varient pas comme souhaité, pensez à stopper rapidement la mesure.



Exemple : Exemples de fichiers python

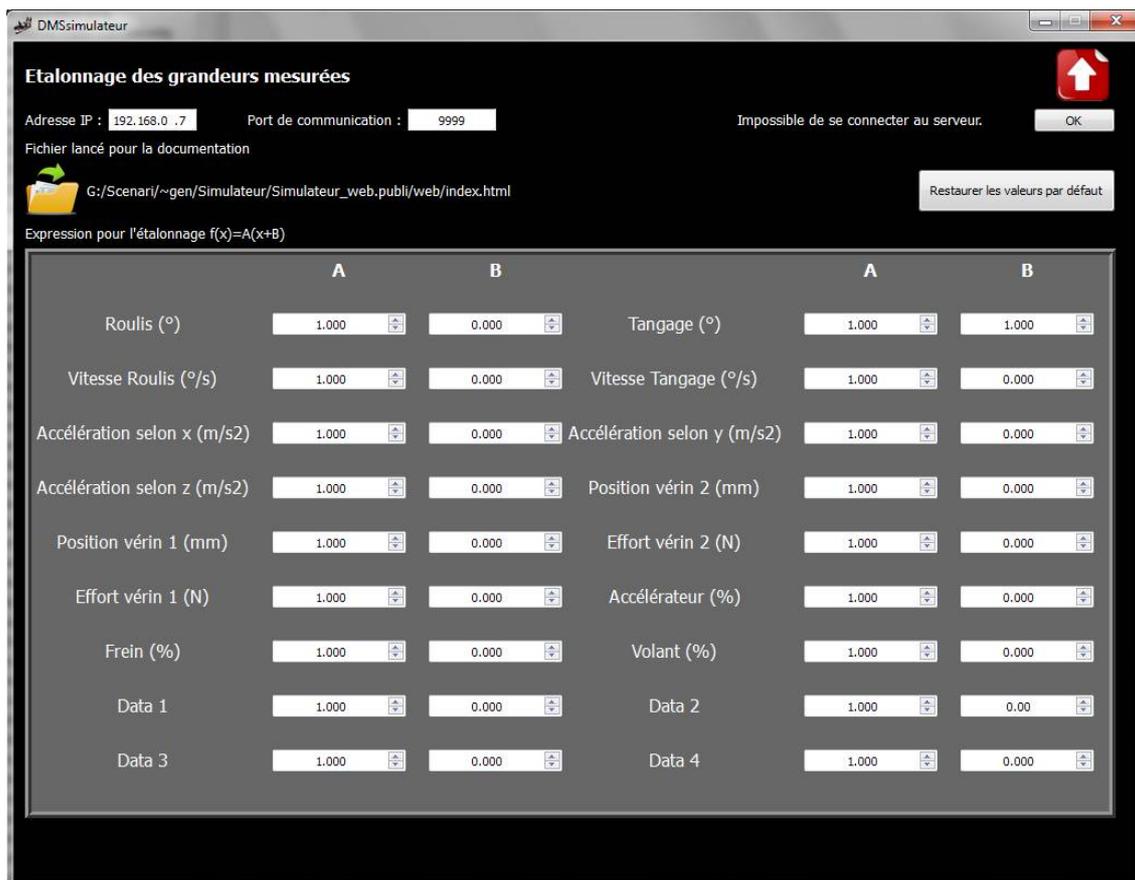
Voir le fichier `loi_temporelle.py` pour un pilotage en fonction du temps

Voir le fichier `pilotage_peripheriques.py` pour un pilotage en fonction du volant et des pédales

5. Menu Configuration

Ce menu est accessible depuis le menu principal en cliquant sur l'icône





Ce menu permet de :

- définir l'adresse IP (et port) du PC du simulateur pour faire des acquisitions/pilotage à distance
- définir le chemin de la documentation accessible par l'icône correspondant

dans le menu principal



- affiner les gains et offsets des grandeurs mesurées si nécessaire

Définition de l'adresse IP

Le logiciel permet des acquisitions en parallèle sur différents postes informatiques. Pour cela, l'application ServeurSimulateur doit être lancée sur le PC du simulateur.

En cliquant sur l'icône  de cette application (dans la barre des tâches), et en faisant refresh, on obtient automatiquement l'adresse IP et le port du serveur.

C'est cette adresse IP et ce port qu'il faut renseigner dans le menu Configuration. Cliquer sur OK pour vérifier que l'adresse est correcte (ou sortir du menu Configuration). Un message indiquera si l'adresse est correcte.

Il est peut être nécessaire de relancer l'application une fois pour que l'adresse soit bien mémorisée.

Cette opération n'est plus à faire pour les prochaines fois car celle-ci est automatiquement enregistrée.

Définition du chemin de la documentation

Une documentation complète est disponible dans le répertoire d'installation. Elle a été réalisée avec le logiciel Scenari.

Si vous souhaitez simplifier la documentation et la rendre disponible dans le logiciel (en la plaçant par exemple sur un disque réseau), vous devez choisir le chemin de cette documentation dans le menu configuration.

Étalonnage des grandeurs mesurées

Chaque grandeur a été étalonnée en usine (gain et offset renseignés sur le PC du simulateur). Ainsi par défaut, il n'y a pas d'offset et un gain de 1 pour chaque grandeur mesurée.

Il est cependant possible de jouer sur les coefficients a et b pour que la grandeur x soit transformée en grandeur selon la loi $y=a*(x+b)$

Ces paramètres sont conservés automatiquement et réutilisés au prochain lancement de l'interface.

La validation se fait automatiquement en revenant dans le menu principal.

Il n'est pas nécessaire de fermer le logiciel pour que les grandeurs soient automatiquement étalonnées. Attention cette modification ne s'applique pas aux mesures déjà obtenues.