

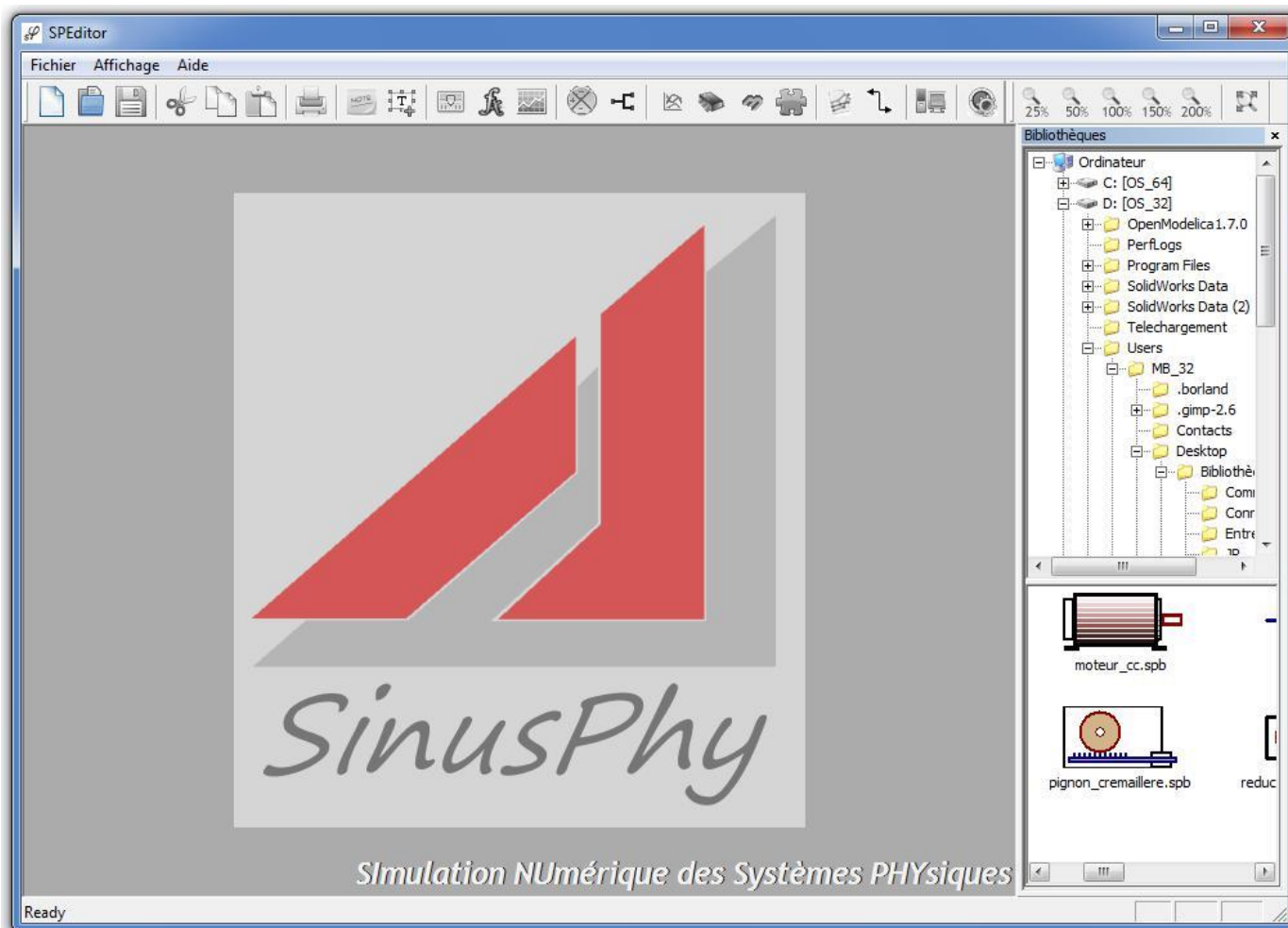


LOGICIEL DE **SIMULATION NUMERIQUE** DES **SYSTEMES PHYSIQUES**







FICHE DE GUIDANCE

Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.



*Simulation numérique des
systèmes physiques*



	<h1>LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES</h1>	
	<h2>FICHE DE GUIDANCE</h2>	
<p>Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.</p>		<div><div><div>ministère éducation nationale enseignement supérieur recherche</div></div><div> République Française Ministère de l'Éducation Nationale</div></div>

1- PRESENTATION



Développé par la société **Atemi**, **SiNuSPhy** est un logiciel de simulation numérique destiné aux élèves de classes de lycées, 2^{nde}, 1^{ère}, terminale, de STS, de CPGE. Il a pour objectif de développer leurs savoirs et compétences dans le domaine de la **modélisation, de l'analyse et de la simulation des systèmes physiques**. Conçu dans le même esprit que **Meca3D** en ce qui concerne l'analyse dynamique des ensembles mécaniques, **SiNuSPhy** met tout particulièrement l'accent sur l'ergonomie de son interface visuelle, et sur la dimension pédagogique.

C'est un outil simple et performant, destiné à modéliser les systèmes technologiques et simuler leur comportement.

Composants standards, composants de bibliothèque




Deux modes d'utilisation sont possibles, en fonction de la maîtrise de l'opérateur :

- **Un mode «expert»** : exploite les composants de base de SinusPhy, et implique de définir variables, paramètres et équations...
- **Un mode «apprenant»** : emploie des composants de bibliothèque prédéfinis, et réduit les difficultés liées au manque de maîtrise des concepts scientifiques.

Caractère multi-physique

Les différents champs de la physique sont accessibles, via les lois de comportement des éléments :

- En mécanique
- En thermique
- En électricité
- En hydraulique

Lycée polyvalent Bellevue TOULOUSE		SI
	LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES	
	FICHE DE GUIDANCE	
Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.		

Les fonctionnalités de **SiNuSPhy** :

- **Décrire / analyser la structure d'un système**

Le représenter sous forme d'un graphe structurel, en identifiant ses constituants, et en exprimant ses lois de comportement temporelles



Analyser

- **Modéliser**

Permettre la simulation du comportement de chaque constituant, mais aussi de l'ensemble faire varier les paramètres et proposer la consultation des résultats (courbes, tableaux,...) relatifs aux entrées/sorties des blocs.



Modéliser



LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES



FICHE DE GUIDANCE

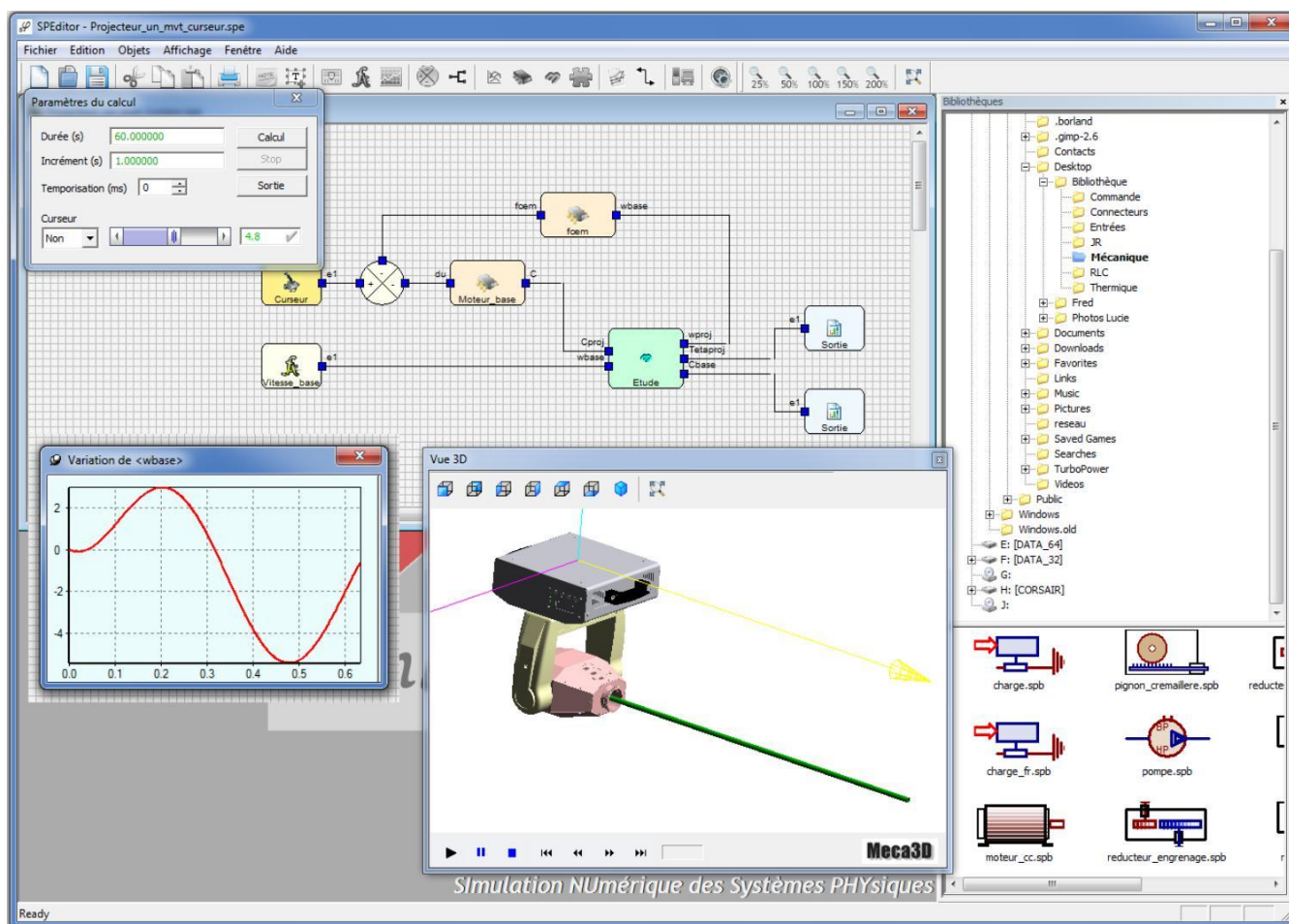
Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.



2- L'utilisation de SiNuSPhy

- Simulation Numérique des Systèmes Physiques
- Permet la simulation de systèmes requérant une modélisation dans différents champs de la physique et de la technologie : **électricité, mécanique, thermodynamique, hydraulique.**

L'objectif est de **libérer l'utilisateur de la résolution des équations** et systèmes issue de cette modélisation, et de mettre à sa disposition des résultats facilement interprétables à partir de courbes, tableaux de valeurs ou animations.





LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES

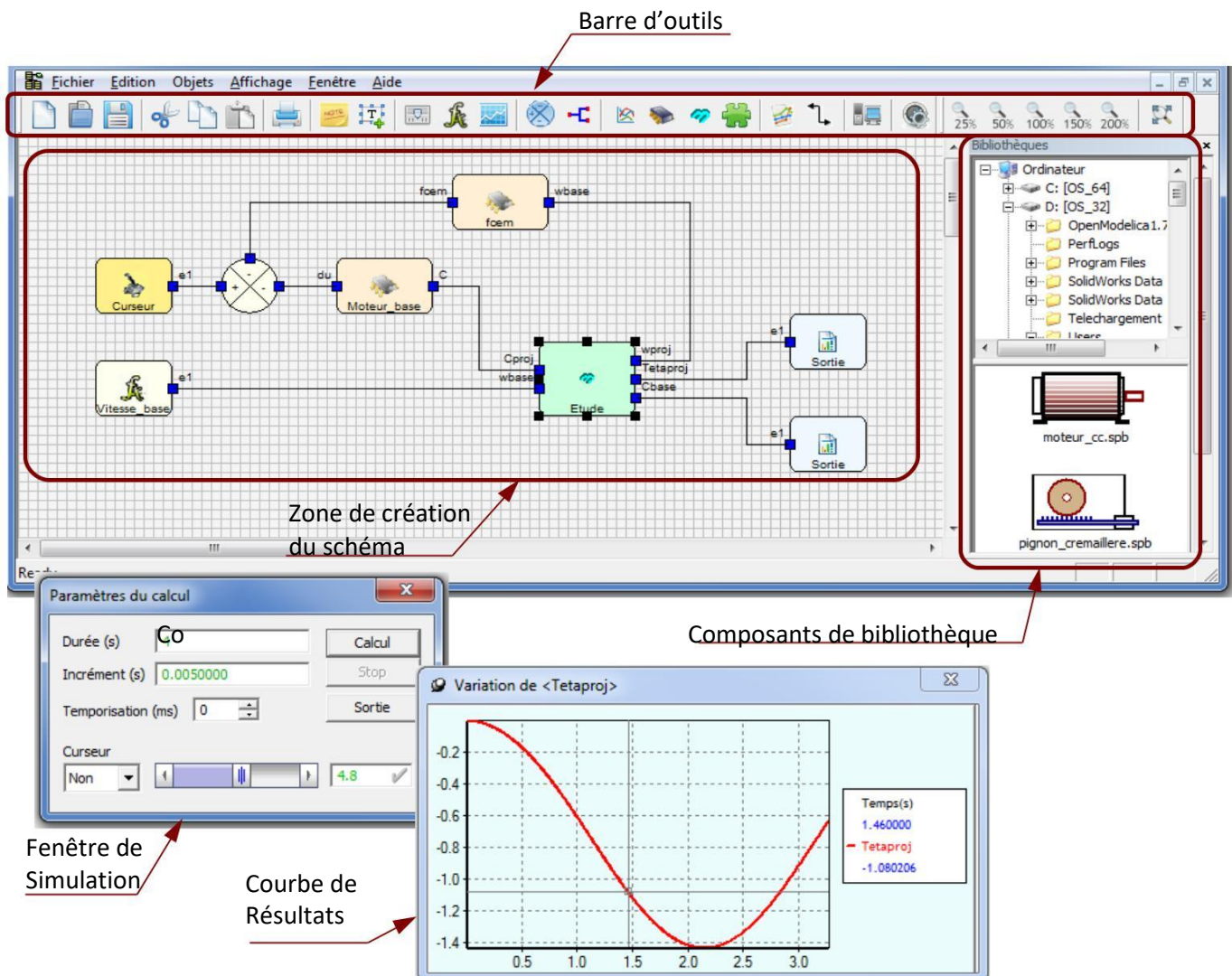


FICHE DE GUIDANCE

Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.



2-1 L'INTERFACE VISUELLE





LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES



FICHE DE GUIDANCE

Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.



L'interface visuelle de **SiNuSPhy** a été volontairement simplifiée pour réduire au maximum le temps d'appropriation des différentes commandes.

Elle comporte pour l'essentiel trois zones :

a) Barre d'outils :

Toutes les commandes sont regroupées dans une seule barre d'outils comportant une vingtaine de boutons : commande relatives à la gestion des fichiers, outils de créations des composants de base, simulation et accès aux paramètres de configuration.

b) Bibliothèque de composants :

SiNuSPhy offre la possibilité à l'utilisateur de créer ses propres composants, puis de les stocker dans une bibliothèque pour une réutilisation ultérieure. La partie droite de la fenêtre est constituée d'un explorateur et d'une fenêtre de prévisualisation de ces composants de bibliothèque.

c) Schéma du système

La partie centrale de la fenêtre est destinée à la visualisation du schéma au cours de sa construction.

d) Simulation, résultats

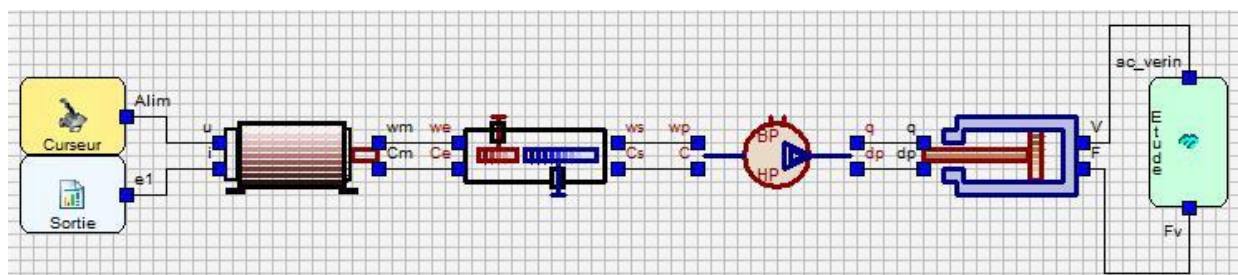
Les paramètres de simulation et les résultats sont accessibles au moyen de fenêtres spécifiques. Toutes les entrées/sorties des blocs peuvent être consultées après simulation par un simple clic droit de la souris...

e) LIEN AVEC SYSML

SysML - Systems Modeling Language - est un langage de modélisation qui permet la spécification, l'analyse, la conception, la vérification et la validation de nombreux systèmes.

La représentation d'un système dans **SiNuSPhy** est voisine de l'un des deux types suivants de SysML : Le **diagramme de bloc interne** (Internal block diagram) dans une utilisation de niveau supérieur, à partir de **composants de bibliothèque**. A ce niveau, le schéma représente les flux entre composants du système, correspondants aux transferts d'énergie ou au traitement des informations nécessaires à la commande.

Exemple d'une représentation avec Sinusphy :





LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES



FICHE DE GUIDANCE

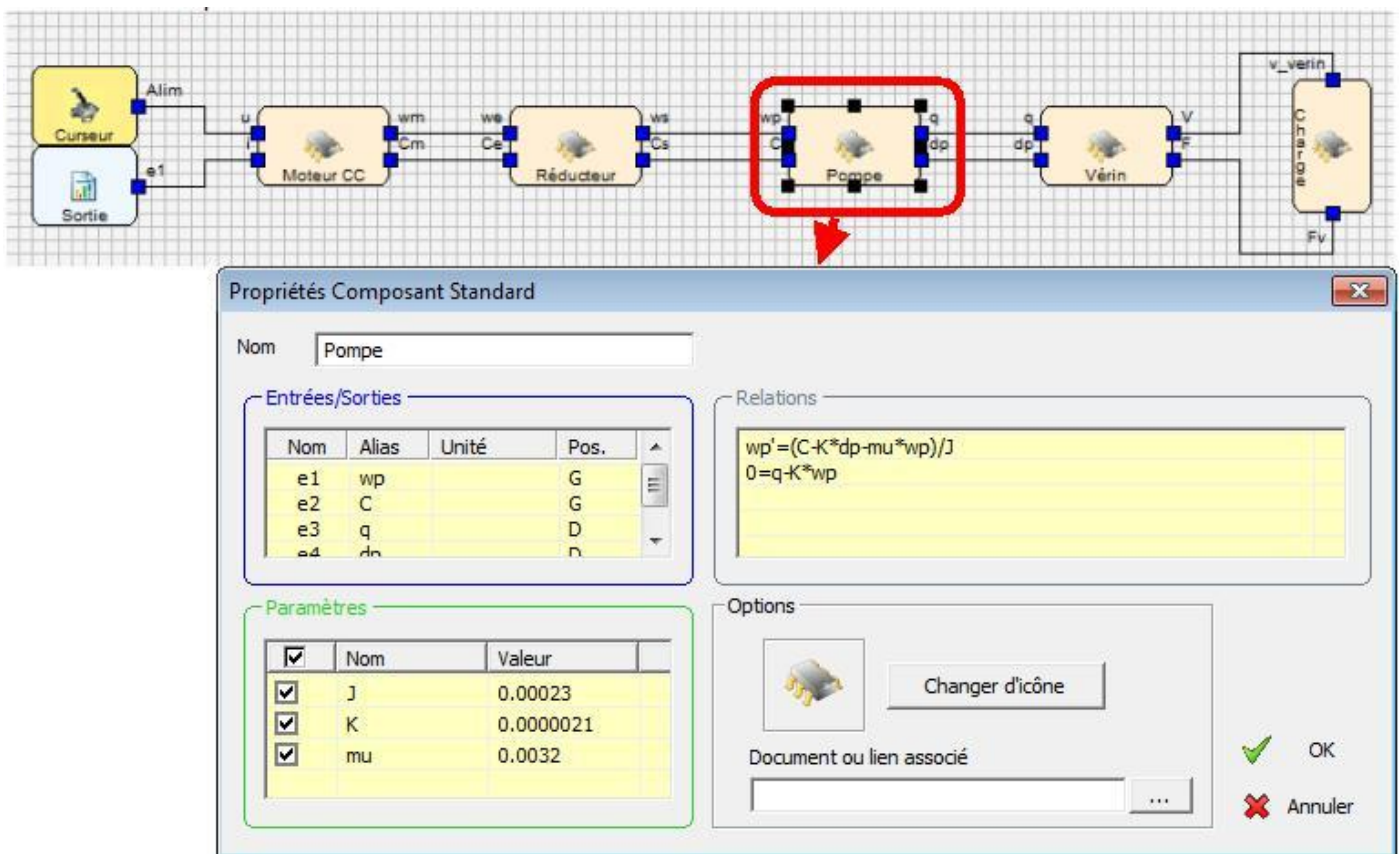
Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.






Ce mode d'utilisation, aucune équation de comportement n'est visible par l'utilisateur.

- f) **Diagramme paramétrique** (Parametric diagram) est le diagramme où on utilise que des **composants fondamentaux**, qui s'appuient sur l'écriture des équations de comportement issues des lois de la physique.

Exemple d'un diagramme paramétrique :



Ce mode d'utilisation, chaque bloc définit **des variables d'entrée/sortie**, des **constantes** et une ou **plusieurs équations de comportement**, accessibles dans une fenêtre spécifique.

Lycée polyvalent Bellevue TOULOUSE		SI
	LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES	
	FICHE DE GUIDANCE	
Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.		

2-2 LA MODÉLISATION

Modéliser un système est une démarche purement intellectuelle. Elle repose en général sur deux phases successives :

- **Une approche structurelle**, conduisant en général à une **représentation graphique du système** et/ou des sous-systèmes : *graphe de liaison, schéma bloc, schéma structurel...*
- **Une approche physique et/ou mathématique**, en associant à chaque composant du système une représentation abstraite, se prêtant à un **traitement et à l'obtention de résultats numériques**.

Dans les différents domaines de la physique – électricité, mécanique, thermique, hydraulique...- la modélisation repose sur la mise en place d'**équations exprimant le comportement du composant** : moteur, pompe, vérin, rotor...

Remarque

Il est à noter que la modélisation d'un système est généralement conditionnée par l'objectif que l'on se fixe. La phase de modélisation est fondamentale dans l'étude d'un système. Elle s'appuie sur la formulation d'**hypothèses relatives au comportement réel**.

a) MODÈLE DE CONNAISSANCE, MODÈLE DE COMPORTEMENT

Il existe deux façons de construire le modèle d'un système :

- **Modèle de connaissance** : il est possible d'associer à chaque constituant une ou plusieurs **lois de comportement** entre ses paramètres physiques ;
- **Modèle de comportement** : il est souvent difficile, voire impossible, de mettre en place des équations théoriques relatives aux éléments du système. Dans ce cas, on peut observer expérimentalement la réponse du système à certaines sollicitations extérieures, et en déduire une loi de comportement par **analogie avec des systèmes classiques, connus** : système du premier ou du second ordre, présence d'un retard, de saturation...



LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES



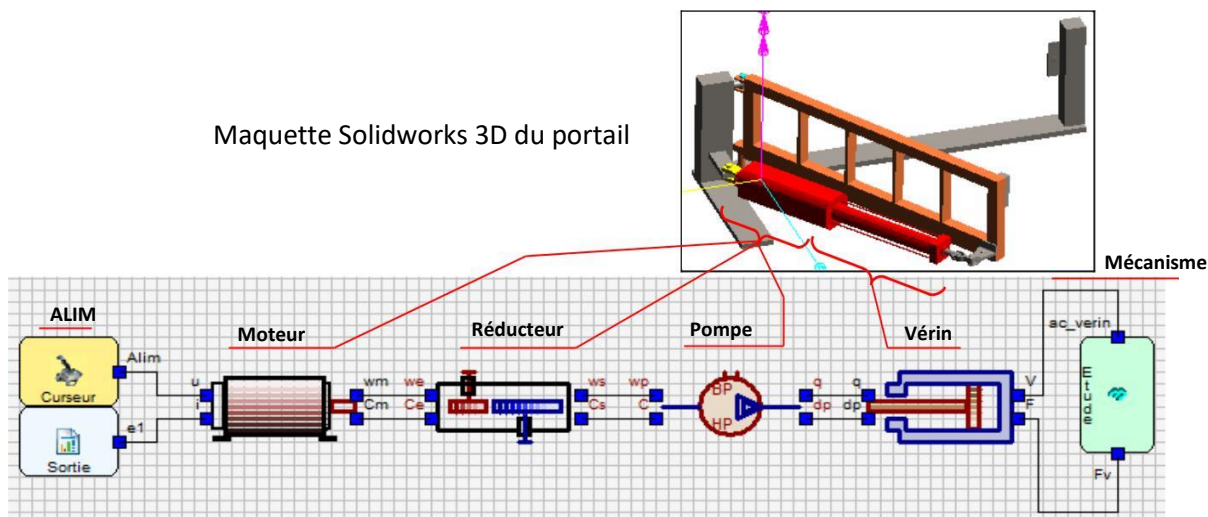
FICHE DE GUIDANCE

Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.



b) Exemple SiNuSPhy

L'illustration ci-dessous montre la modélisation par **SiNuSPhy** du portail automatisée FAAC, à chaîne d'énergie électro-hydro-mécanique.



2-3 LA SIMULATION

a) Solveur

Simuler le comportement d'un système consiste à traiter le système d'équations mis en place lors de la modélisation. Les systèmes sont généralement constitués d'équations algébriques linéaires (cinématique, statique en mécanique) ou d'équations différentielles linéaires, d'ordre 1 ou d'ordre 2 (dynamique, électricité, thermique...).

Dans la grande majorité des cas, les systèmes à traiter n'admettent pas de solution explicite, et seules des méthodes numériques permettent d'obtenir une solution approchée.

Le solveur est le module logiciel qui assure cette phase de traitement numérique. Il est un élément clé de la simulation : algorithmes utilisés, performance en terme de précision, de rapidité de traitement...



LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES

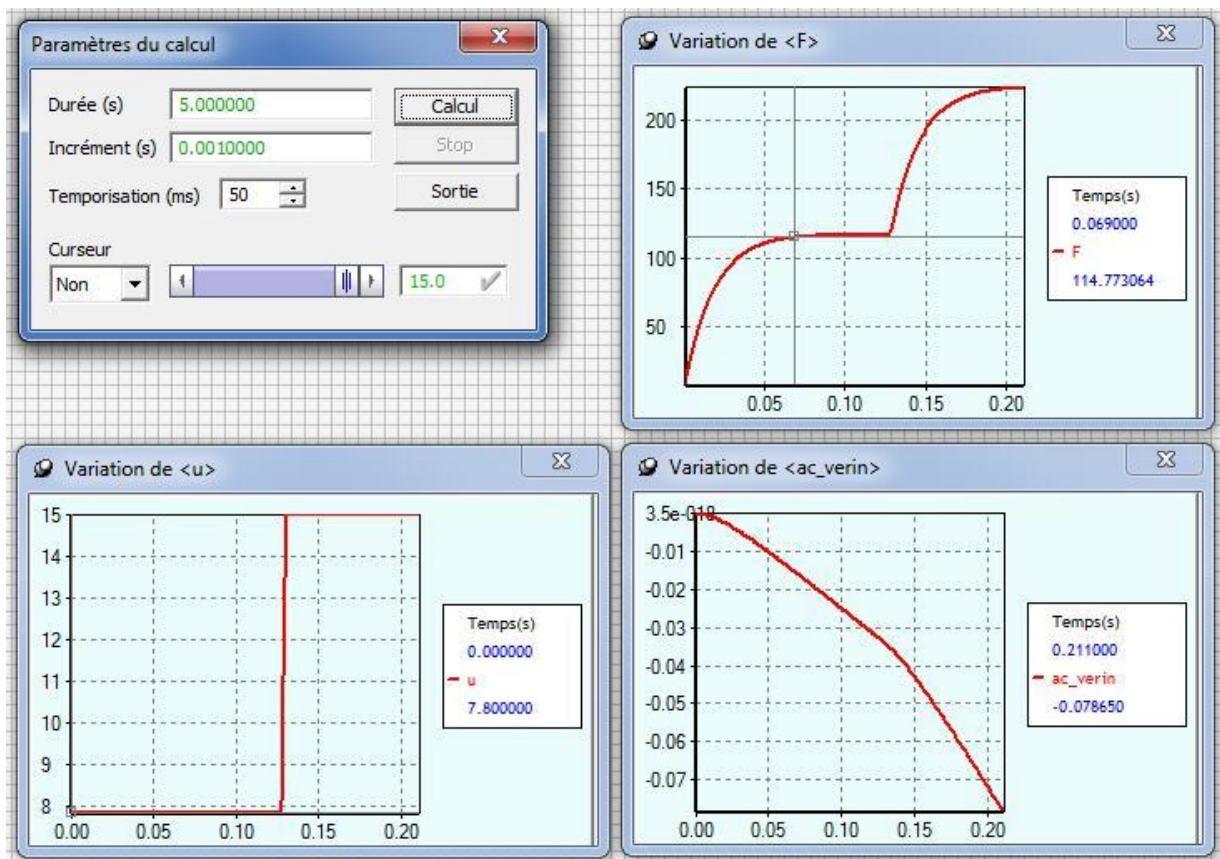


FICHE DE GUIDANCE

Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.






b) Résultats



L'illustration ci-dessus montre les courbes de résultats du système électro- hydro -mécanique du portail FAAC. La tension d'alimentation du moteur est de 7,8 V pendant 0,125 s environ, et passe à 15 V ensuite. On observe en réponse la loi d'effort du vérin sur le portail, et l'accélération de ce même vérin

c) Analyse

Après résolution, une étape cruciale de la démarche consiste à effectuer une analyse critique de la solution obtenue, de façon à **valider le modèle et la simulation**. Idéalement, c'est la **comparaison avec les valeurs de certains paramètres, relevées expérimentalement** sur le système réel ou sur une partie de celui-ci, qui permet cette validation.

Lycée polyvalent Bellevue TOULOUSE		SI
	LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES	
	FICHE DE GUIDANCE	
Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.		

Le diagnostic est binaire :

L'écart observé entre les valeurs « réelles » et celles issues de la simulation est inférieur à un critère de qualité fixé l'avance. On peut présumer dans ce cas que le modèle est satisfaisant, pour un domaine de valeurs voisin de celui de l'expérimentation. Il convient de renouveler la comparaison en faisant varier les valeurs des paramètres d'entrée-sortie, de façon à cerner le domaine de validité du modèle.

L'écart entre les valeurs mesurées et simulées dépasse le critère de qualité fixé. Une phase d'analyse critique doit alors permettre d'identifier l'origine de cet écart, et de remettre en cause les deux chaînes d'obtention de résultats, expérimentale et simulée. Cette phase ne peut être menée que par un expert, capable d'identifier les causes de l'écart : frottement dans la partie mécanique, non linéarité du comportement, valeurs de constantes du modèle mal connues...



LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES



FICHE DE GUIDANCE

Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.



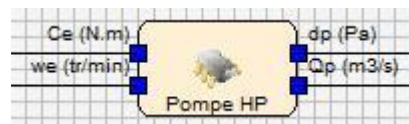
3- COMPOSANT DE BASE

On prendra exemple de la pompe, cet outil est "l'homme à tout faire" de la modélisation dans Sinusphy.

Icône dans la barre d'outils



Bloc associé dans le schéma :



Fenêtre d'édition du composant de base :

Propriétés Composant Standard

Nom : Pompe HP

Nom	Alias	Unité	Pos.
e1	Ce	N.m	G
e2	we	tr/min	G
e3	dp	Pa	D
e4	Qp	m3/s	D

Relations

$$Qp - Kp * we = 0$$

$$we' = (Ce - Kp * dp - \mu * we) / J$$

Options

Changer d'icône

Document ou lien associé

F:\SinusPhy\PompeHP.pdf

OK Annuler

Zone [Entrées/Sorties] :

Elle permet de définir les points de liaison avec les composants voisins. Ces paramètres sont des fonctions du temps.

Zone [Paramètres] :

Il s'agit des paramètres du composant.



LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES



FICHE DE GUIDANCE

Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.



Zone [Relations] :

Elle permet de définir les lois de comportement du composant. Les équations utilisent les paramètres d'entrée et de sortie et les paramètres constants

Zone [Options] :

Elle permet de changer l'icône illustrant le bloc du schéma, et d'associer un fichier d'aide au composant (pdf ; doc, xls, ppt...)

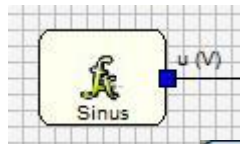
3-1 FORMULE

Ce composant permet de définir une entrée dans le système au moyen d'une formule fonction du temps.



Icône dans la barre d'outils

Bloc associé dans le schéma :



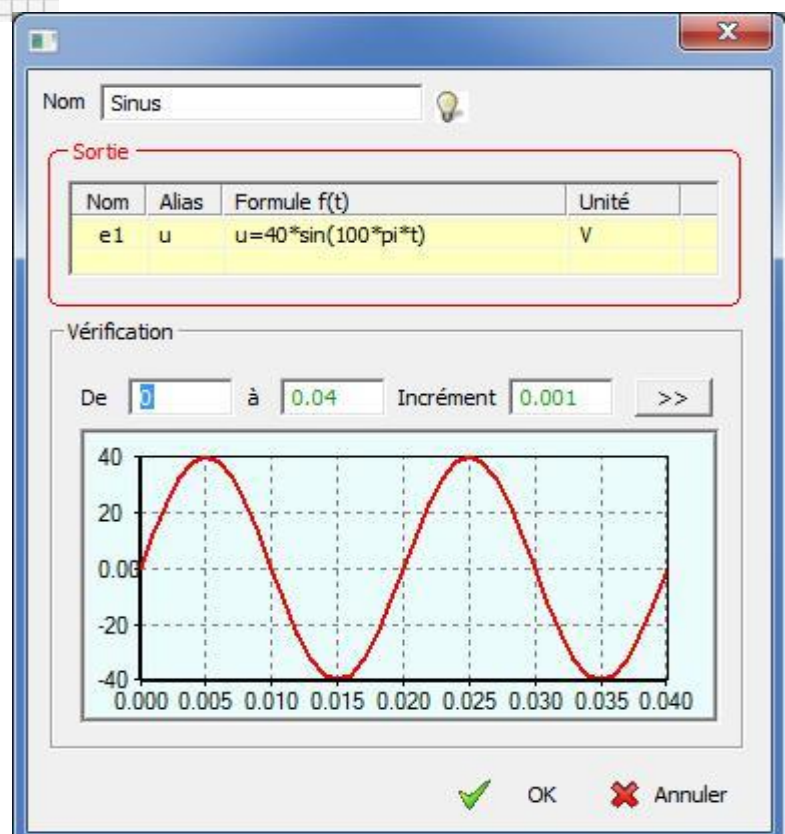
Fenêtre d'édition du composant formule :

Zone [Sortie] :

Elle permet **de définir le paramètre de sortie du bloc** et l'expression mathématique de la loi associée. L'entrée est par hypothèse le temps.

Zone [Vérification] :

Elle permet de **visualiser la courbe d'entrée**, après avoir défini les bornes et l'incrément de temps.





LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES



FICHE DE GUIDANCE

Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.

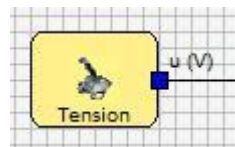


3-2 CURSEUR

Ce composant permet de définir une entrée dans le système au moyen d'un curseur qui apparaît dans la fenêtre de simulation, et permet de faire varier le paramètre de façon interactive. Icône dans la barre d'outils



Bloc associé dans le schéma :



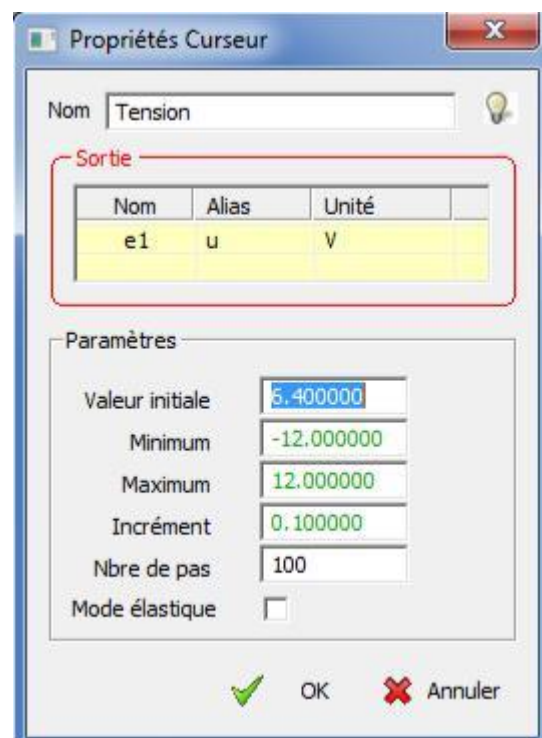
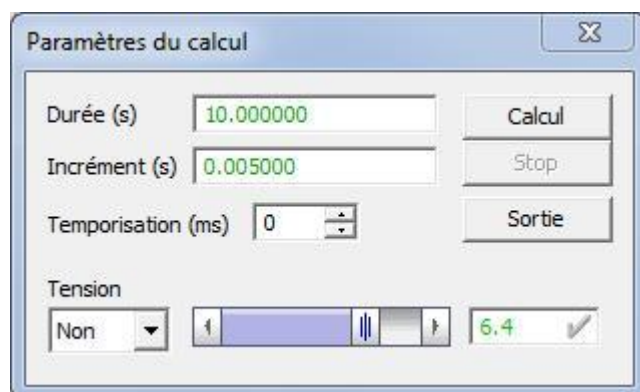
Fenêtre d'édition du composant curseur :




Zone [Sortie] :

Elle permet de définir le paramètre de sortie et son unité.

Zone [Paramètres] :

Elle permet de définir :
la valeur au début de la simulation ;
les bornes mini et maxi ;
l'incrément lors de l'utilisation de la souris ; le
pas lors d'un clic sur les flèches d'extrémité.



	<h1>LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES</h1>	
	<h2>FICHE DE GUIDANCE</h2>	
<p>Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.</p>		

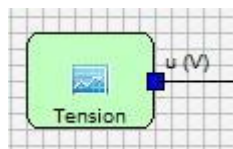
3-3 ENTRÉE COURBE

Ce composant permet de définir une entrée dans le système par une courbe préalablement construite au moyen d'un ensemble de points (X, Y) enregistrés dans un fichier texte (ASCII).
Le format de ce fichier est compatible avec l'éditeur de courbes de Méca3D.

Icône dans la barre d'outils



Bloc associé dans le schéma :



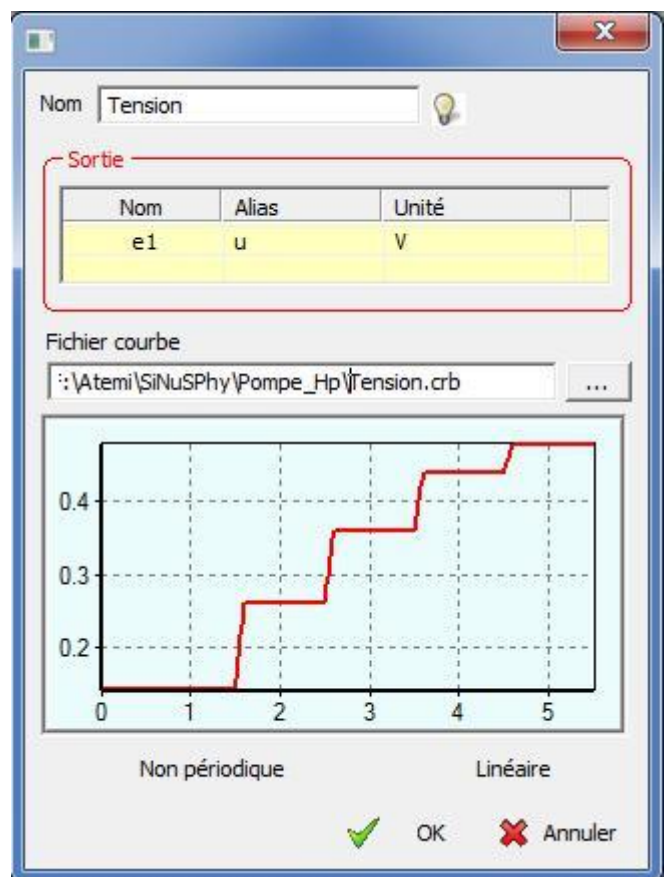
Fenêtre d'édition du composant courbe :

Zone [Sortie] :

Elle permet de définir le paramètre de sortie et son unité.

Zone [Courbe] :

Elle permet de visualiser la courbe d'entrée. Le paramètre en abscisse est nécessairement le temps.





LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES



FICHE DE GUIDANCE

Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.

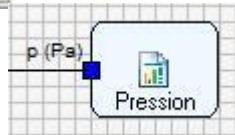


3-4 SORTIE

Ce composant permet de définir une sortie du système.
Icône dans la barre d'outils



Bloc associé dans le schéma :



Fenêtre d'édition du composant sortie :

Elle permet de définir le paramètre d'entrée et son unité.

Propriétés Sortie

Label:

Nom	Alias	Unité
e1	p	Pa

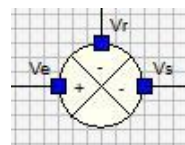
OK Annuler

3-5 SOMMATEUR

Ce composant permet de définir de façon simple une relation de somme ou de différence de plusieurs paramètres.
Il est fréquemment rencontré comme comparateur dans un système asservi.
Icône dans la barre d'outils



Bloc associé dans le schéma :



Fenêtre d'édition du composant sommateur :

Zone [Entrées] :

Elle permet de définir les paramètres d'entrée/sortie et la relation qui les lie.

Cette relation s'écrit sous la forme de la somme/différence nulle des paramètres.

Sur l'illustration ci-contre :

$$-V_r + V_e - V_s = 0$$




Propriétés Sommateur

Label:

Entrées

<input type="checkbox"/>	Entrée	Alias	Type
<input checked="" type="checkbox"/>	e1	Vr	-
<input checked="" type="checkbox"/>	e2	Ve	+
<input type="checkbox"/>	e3		+
<input checked="" type="checkbox"/>	e4	Vs	-

OK Annuler

	<h1 style="text-align: center;">LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES</h1>	
	<h2 style="color: green;">FICHE DE GUIDANCE</h2>	

Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.

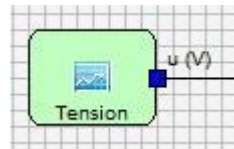
3-6 COMPOSANT COURBE

Ce composant permet de définir une relation entre deux paramètres par une courbe préalablement construite au moyen d'un ensemble de points (X, Y) enregistrés dans un fichier texte (ASCII). Le format de ce fichier est compatible avec l'éditeur de courbes de Méca3D.

Icône dans la barre d'outils



Bloc associé dans le schéma :



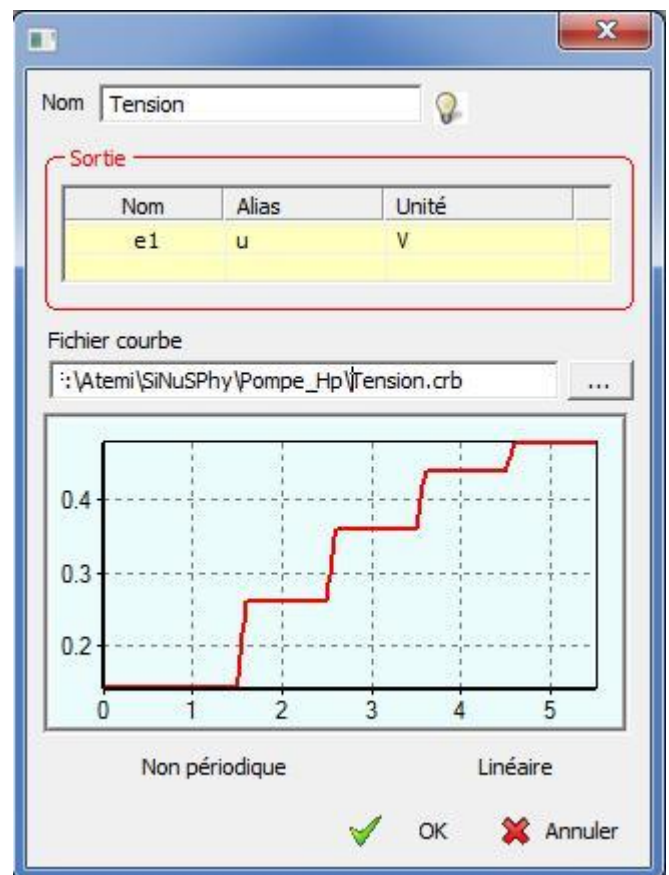
Fenêtre d'édition du composant courbe :




Zone [Sortie] :




Elle permet de définir le paramètre de sortie et son unité.

Zone [Courbe] :

Elle permet de visualiser la courbe d'entrée. Le paramètre en abscisse est nécessairement le temps.



	LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES	
	FICHE DE GUIDANCE	
Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.		

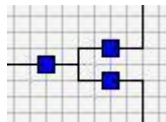
Lycée polyvalent Bellevue TOULOUSE		SI
	LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES	
	FICHE DE GUIDANCE	
Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.		

3-7 POINT DE PRÉLÈVEMENT

Ce composant permet de prélever un même paramètre pour l'affecter à deux ou plusieurs branches du graphe.
 Icône dans la barre d'outils






Bloc associé dans le schéma :



Fenêtre d'édition du composant point de prélèvement :

Elle permet de définir le nombre de branches partant ou aboutissant au point de piquage



	<h1 style="text-align: center;">LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES</h1>	
	<h2 style="text-align: center;">FICHE DE GUIDANCE</h2>	
<p>Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.</p>		

3-8 BLOC MECA3D (Important)

Ce composant permet de définir de façon simple une relation de somme ou de différence de plusieurs paramètres.

Il est fréquemment rencontré comme comparateur dans un système asservi.

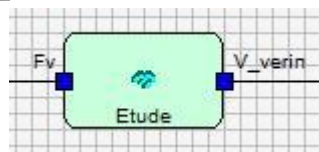
La modélisation d'un ensemble mécanique ne peut généralement pas être représentée par un bloc de base :
Modèle complexe, équations non linéaires....

SiNuSPhy permet de le modéliser en utilisant un lien avec **Meca3D**. Le modèle mécanique est construit préalablement dans **SolidWorks** avec **Meca3D**, puis importé dans **SiNuSPhy** via un fichier spécifique (.mdf) pour être traité avec les autres composants. Ce lien évite toute écriture d'équation relative à la partie mécanique.

Icône dans la barre d'outils



Bloc associé dans le schéma :



Fenêtre d'édition du composant bloc Meca3D :

Zone de l'[**arbre de construction**] :

Elle permet de visualiser les éléments du modèles **Meca3D** tels qu'ils ont été définis dans **Meca3D** : pièces, liaisons, efforts extérieurs, mouvements pilotes et courbes de résultats. Cet arbre permet de définir les entrées/sorties du **bloc Meca3D**



LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES



FICHE DE GUIDANCE

Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.



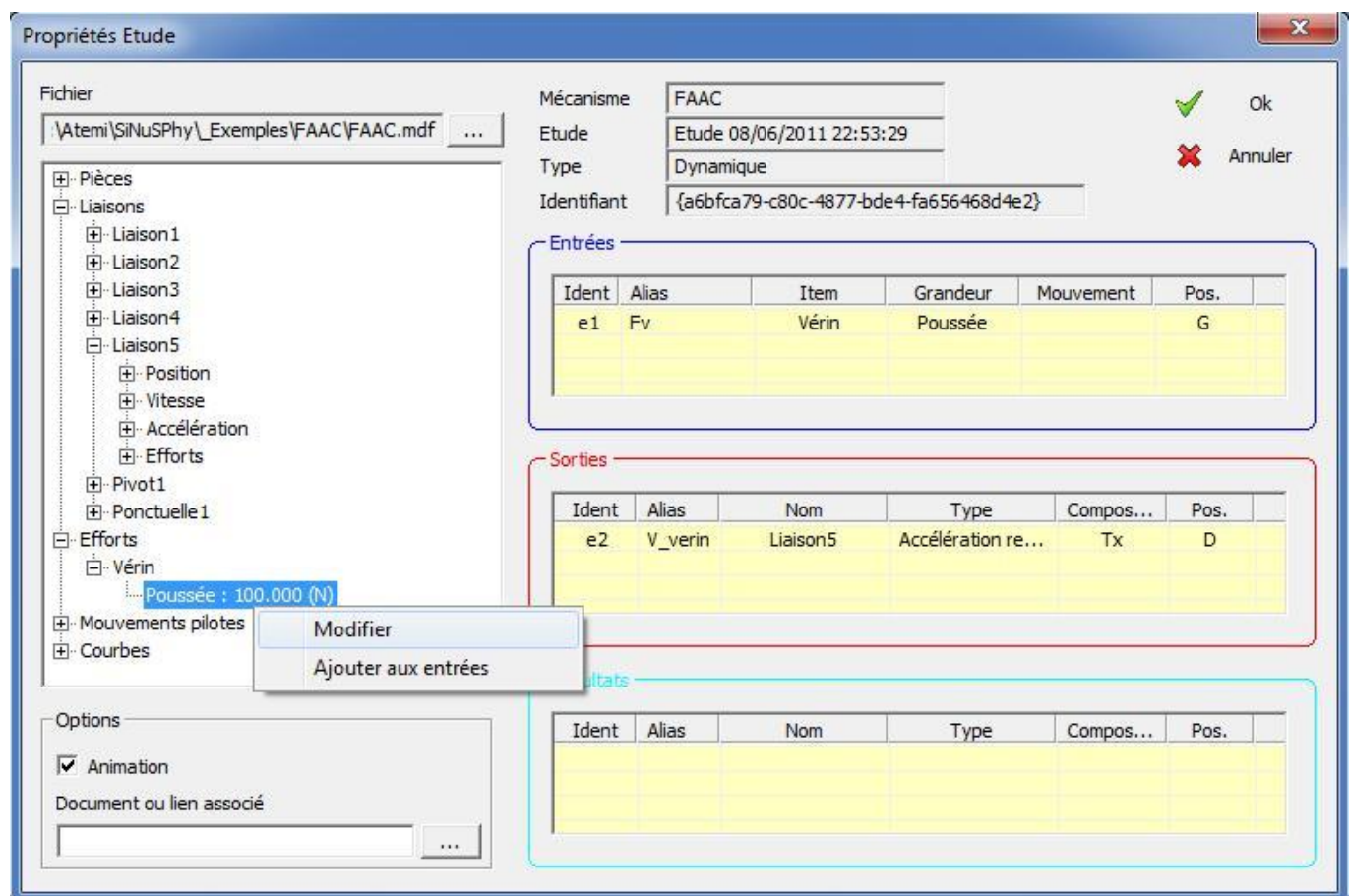
Zones [Entrées et sorties] :




Elles permettent de sélectionner les paramètres en entrée et en sortie de **Meca3D** :
ce peut être :

- Un effort extérieur connu en entrée (glisseur ou couple). Dans ce cas le paramètre de sortie sera impérativement un mouvement libre;
- Un mouvement imposé dans une liaison en entrée (translation ou rotation). Dans ce cas le paramètre de sortie sera impérativement un effort inconnu apte à assurer le mouvement.

Zone [Résultats] :

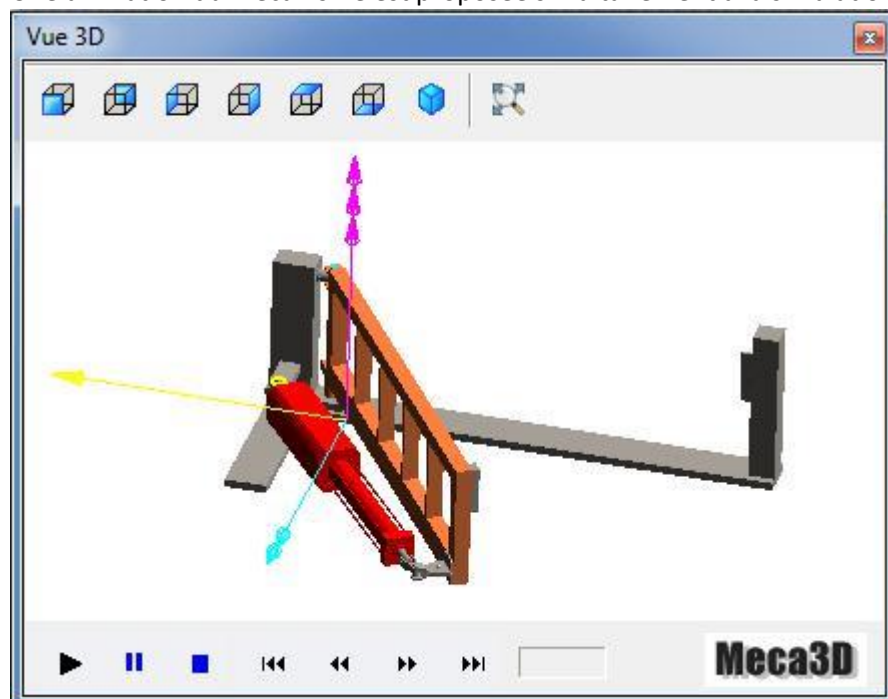
Elle permet de sélectionner un élément quelconque du modèle, et de le proposer en résultat de la simulation. Un paramètre de ce type n'a aucune action sur le comportement du modèle.






	<h1 style="text-align: center;">LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES</h1>	
	<h2 style="text-align: center;">FICHE DE GUIDANCE</h2>	

Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.

Une animation du mécanisme est proposée simultanément à la simulation du système.






	<p>LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES</p>	
	<p>FICHE DE GUIDANCE</p>	
<p>Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.</p>		

LIEN

Icône dans la barre d'outils



Le composant lien permet de compléter la structure du système en établissant les relations entre les blocs.
Un lien doit nécessairement joindre deux entrées/sorties d'un composant, compatibles du point de vue des unités.
Aucun paramétrage n'est possible pour ce composant.

	<h1>LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES</h1>	
	<h2>FICHE DE GUIDANCE</h2>	
<p>Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.</p>		



LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES



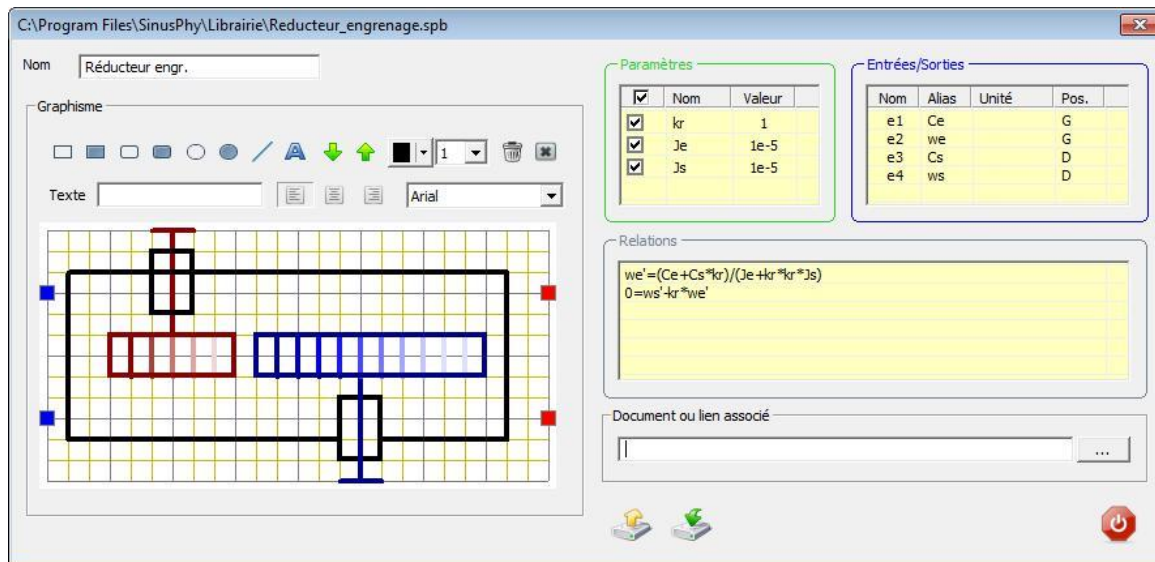
FICHE DE GUIDANCE

Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.



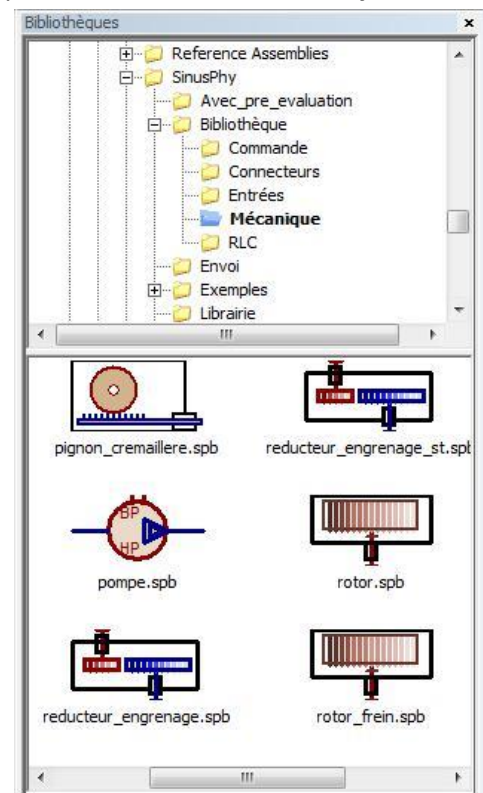
EDITEUR D'ÉLÉMENTS DE BIBLIOTHÈQUE




Cet éditeur est un programme indépendant qui permet de définir simplement des éléments de bibliothèques réutilisables par **SiNuSPhy**.



La définition d'un élément de bibliothèque est similaire à celle d'un composant de base dans **SiNuSPhy**.

Une fois sauvegardé, le composant ainsi créé pourra apparaître dans la fenêtre dédiée et être inséré dans un schéma par la méthode du *Glisser-déposer* (ou *drag-and-drop*).



	<p style="text-align: center;">LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES</p>	
	<p style="text-align: center;">FICHE DE GUIDANCE</p>	

Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.

Annexe : EQUATIONS DANS SINUSPHY

La saisie des équations dans SiNuSPhy répond à des règles strictes, décrites ci-dessous.

a) Equations linéaires

Qu'elles soient algébriques ou différentielles, les équations définissant le modèle doivent être linéaires. Rappel : soit f une application de \mathbb{R}^n dans \mathbb{R} : $u = f(X)$. Elle est linéaire si $f(l X) = l f(X)$ et si $f(X + Y) = f(X) + f(Y)$.

b) Equations différentielles d'ordre 1

SiNuSPhy accepte les équations différentielles d'ordre 1. La syntaxe doit être la suivante :

$$a w' = f(t, u, u', v, v', w)$$

Le premier membre ne contient que la dérivée première du paramètre w , fonction du temps, éventuellement multiplié par une constante a .

Le second membre est une fonction du paramètre w , du temps t , et d'autres paramètres et/ou de leurs dérivées par rapport au temps ($u, u', v, v' \dots$).

Nota bene : Si la constante multiplicative a figurant dans le premier membre est nulle, alors l'équation est algébrique...

c) Equations différentielles d'ordre supérieur à 1

Supposons une équation différentielle d'ordre 2, à coefficients constants, dont la définition est la suivante :

$$a \frac{d^2 y}{dt^2} + b \frac{dy}{dt} + cy = d \quad (\text{finir les equations})$$




Une telle équation ne peut pas être utilisée sous cette forme dans SiNuSPhy. Par contre, il est possible de définir la fonction v telle que $v(t) = \frac{dy(t)}{dt}$. L'équation précédente permet alors d'écrire :

$$\begin{array}{lcl} \text{à} & \frac{dv}{dt} & + b \frac{dy}{dt} + cy = d \\ \text{à} & a \frac{dv}{dt} & + b v + cy = d \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{à} & av' = -bv - cy + d \\ \text{à} & y' = v \end{array}$$

qui s'écrit dans SiNuSPhy :

$$\begin{array}{lcl} \text{à} & & \\ \text{à} & \frac{dy}{dt} & \\ \text{à} & v = & \\ \text{à} & & \end{array}$$

On obtient ainsi un système de deux équations différentielles d'ordre 1, dont la solution est identique (pour le paramètre y) à celle de l'équation initiale du second ordre.

Lycée polyvalent Bellevue TOULOUSE	SI
	<div data-bbox="448 138 1337 275"> <p>LOGICIEL DE SIMULATION NUMERIQUE DES SYSTEMES PHYSIQUES</p> </div> <div data-bbox="1380 190 1540 280">  </div>
	<div data-bbox="633 369 1050 414"> <p>FICHE DE GUIDANCE</p> </div> <div data-bbox="71 421 1348 488"> <p>Objectif : Acquérir les connaissances et méthodes nécessaires à la modélisation et simulation d'un système technique du point de vue de l'ingénieur à l'aide de l'outil SinusPhy.</p> </div> <div data-bbox="1348 421 1551 560">  </div>

Ce procédé peut se généraliser à un ordre n quelconque, permettant de substituer à une équation différentielle d'ordre n , un système de n équations différentielles d'ordre 1.

d) Equations algébriques

Une équation algébrique fait apparaître les paramètres u, v, w ou leurs dérivées $u', v', w'...$ L'écriture de l'équation est quelconque pourvu que ne figure pas dans le premier membre la seule dérivée d'un paramètre, qui est la marque d'une équation différentielle.

Si des dérivées des paramètres apparaissent dans une telle équation, elles sont évaluées en prenant la dernière valeur connue, généralement calculée au pas précédent.