

Université Euro Méditerranéenne Fès
Ecole d'Ingénierie Digitale et d'Intelligence Artificielle (EIDIA)



Module: Calcul Formel sous Matlab

Chapitre 4:
Introduction à Simulink

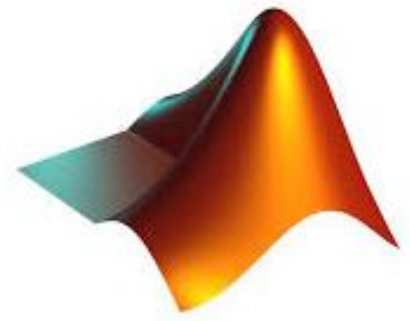
Pr : A. SLIMANI

2021/2022

Plan

- 1- Introduction**
- 2- Démarrage de Simulink**
- 3- Création d'un modèle Simulink**
- 4- Exercices d'application**

1. Introduction

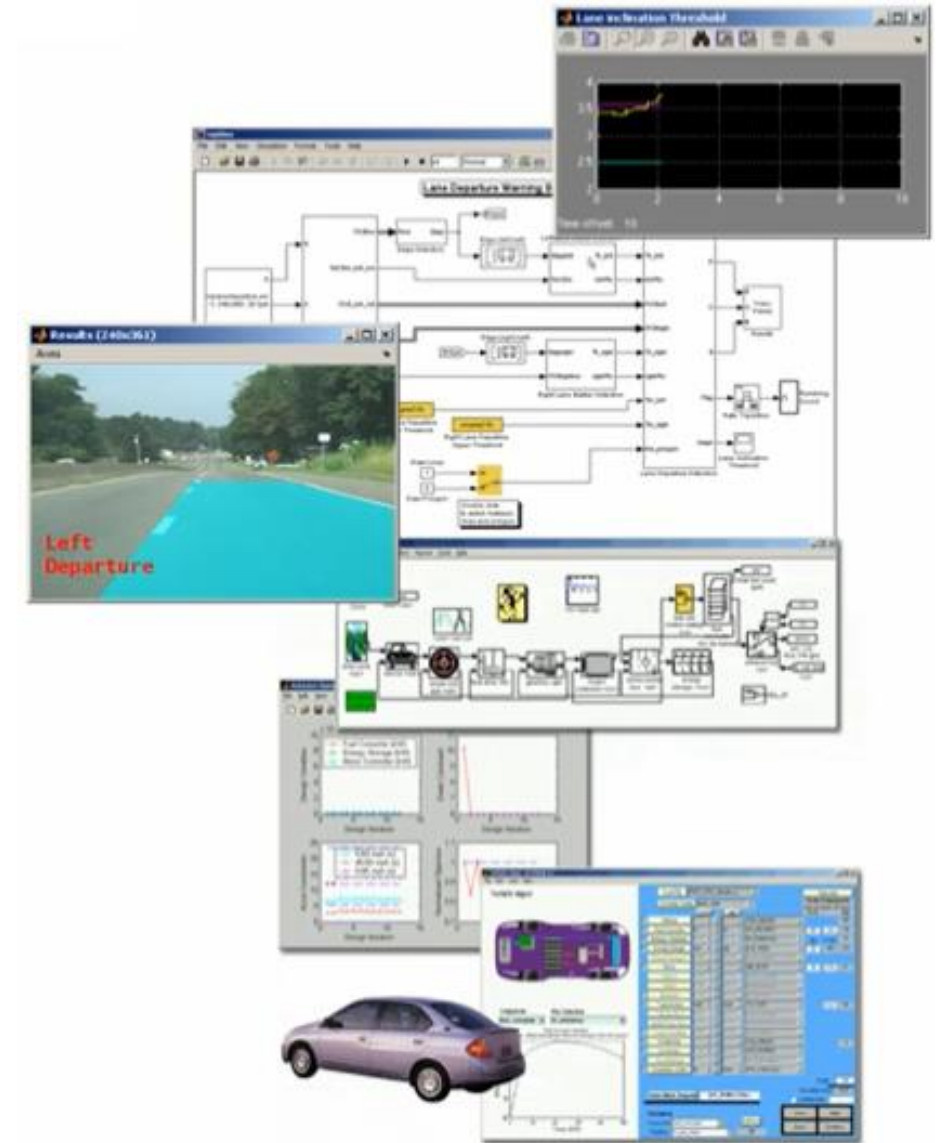


Simulink est l'extension graphique de MATLAB permettant de représenter les fonctions mathématiques et les systèmes sous forme de diagramme en blocs et de simuler le fonctionnement de ces systèmes.

C'est un environnement graphique qui nous permet de créer des systèmes avec des modèles multi-domaines et les simuler avant de passer sur un hardware, puis les déployer sans avoir à écrire de code.

Simulink est une extension leader pour la simulation, la modélisation et l'implémentation des systèmes dynamiques :

- ✓ Systèmes linéaires et non linéaire à temps continu ou discret ...
- ✓ Génération automatique de code et test à base de modèles.
- ✓ Possibilité d'intégration des autres modèles d'autres outils (Simscape, Dymola,...)
- ✓ Simulation pour différentes applications.



La simulation ...

Dans Simulink, la simulation se fait en deux étapes:

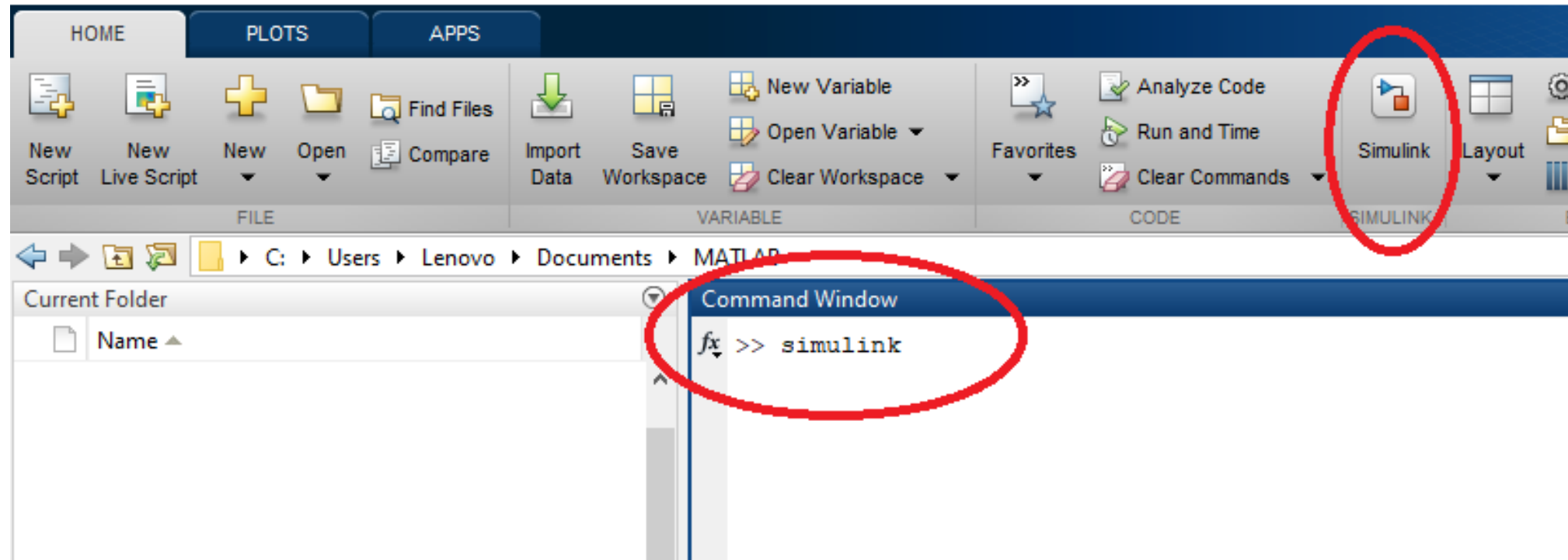
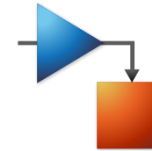
- ✓ La première consiste à créer le modèle visuel du système considéré.
- ✓ La deuxième consiste à spécifier l'étendue temporelle pour simuler le comportement du système.

Plan

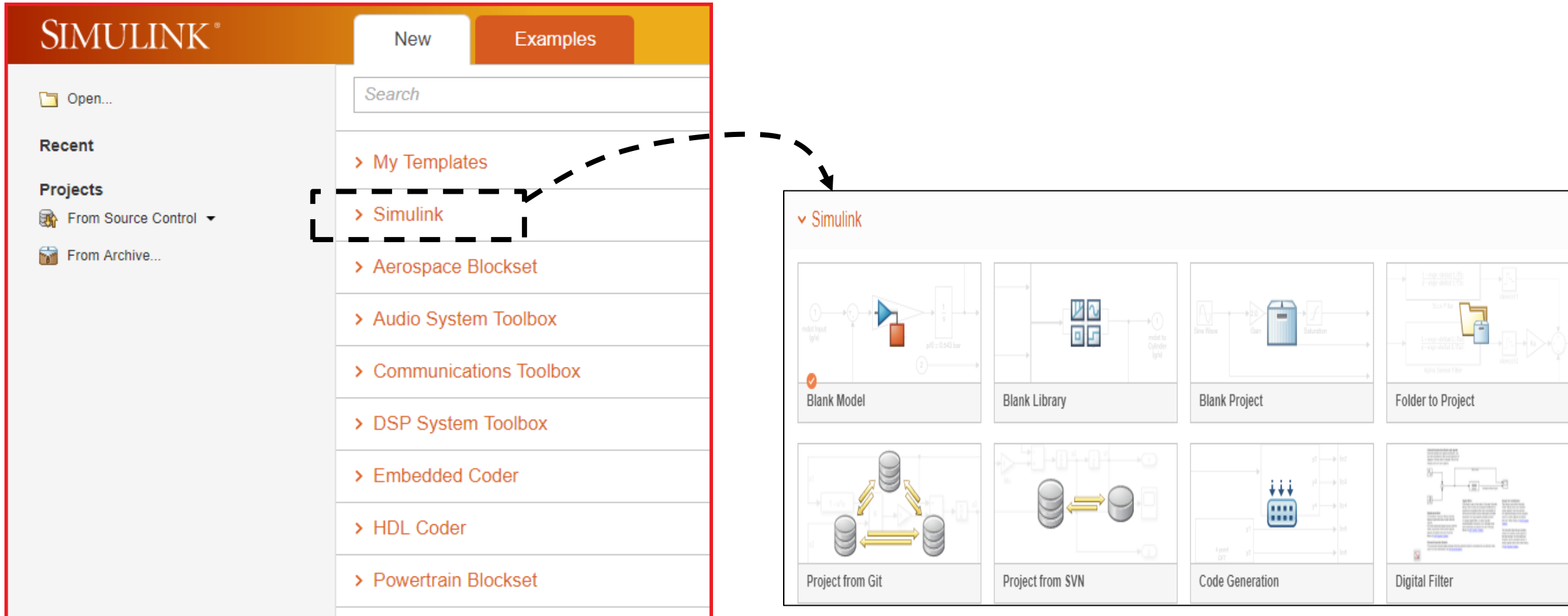
- 1- Introduction
- 2- Démarrage de Simulink**
- 3- Création d'un modèle Simulink
- 4- Exercices d'application

2. Démarrage de Simulink

Pour démarrer Simulink, il suffit de taper ***simulink*** dans la zone de commande de MATLAB, une fenêtre simulink s'ouvrira automatiquement, ou vous pouvez cliquer directement sur son icône affiché dans le menu :



Cette fenêtre qui s'ouvre automatiquement contient des projets en différents domaines présentés sous forme de blocs, qu'on peut les ouvrir avec une clique, si non on peut créer notre propre projet en choisissant le bloc **Simulink**:

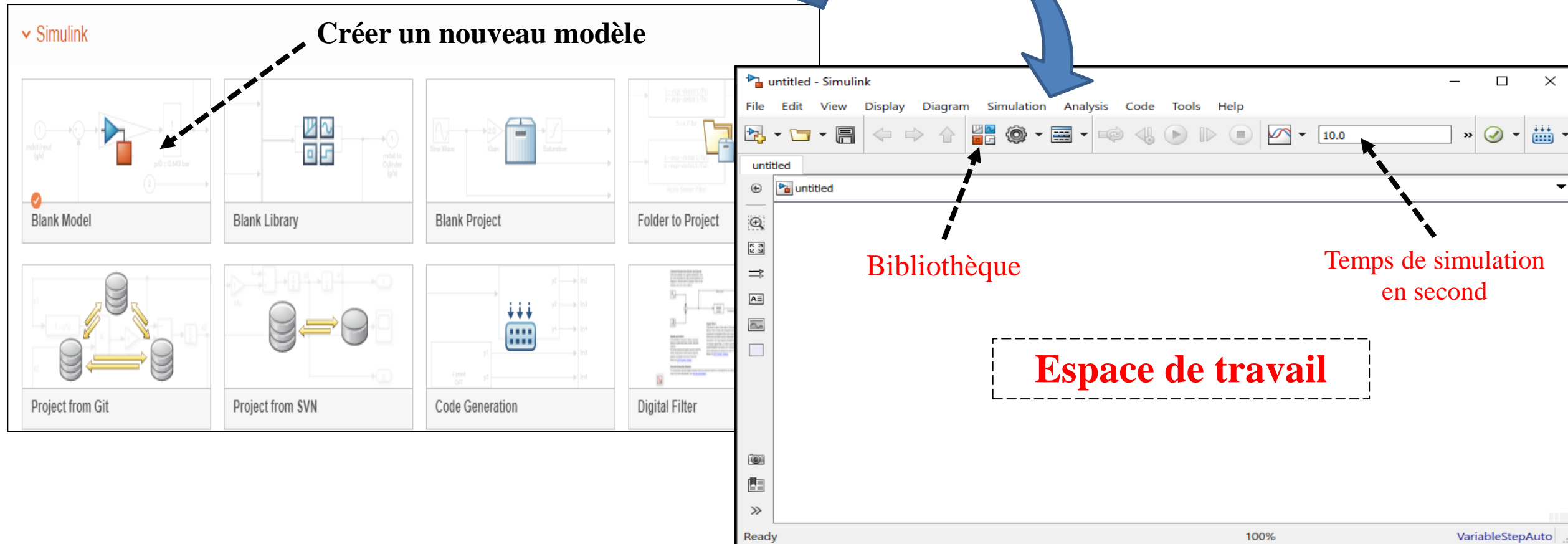


Plan

- 1- Introduction
- 2- Démarrage de Simulink
- 3- Création d'un modèle Simulink**
- 4- Exercices d'application

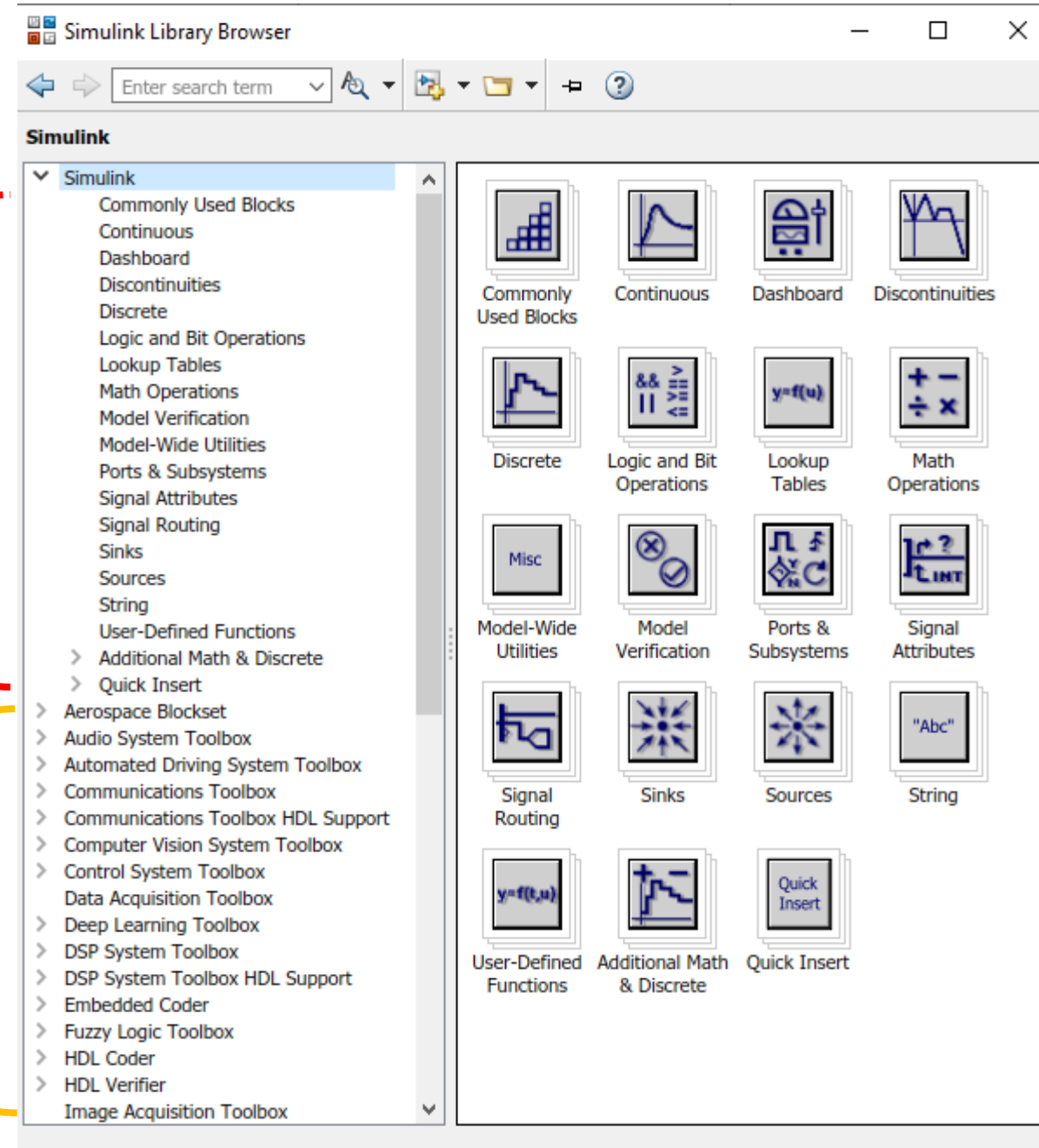
3. Création d'un modèle Simulink

- ❑ Pour créer un nouveau modèle, on clique sur *Blank Model*.
- ❑ Une fenêtre de travail *Untitled* s'ouvrira.

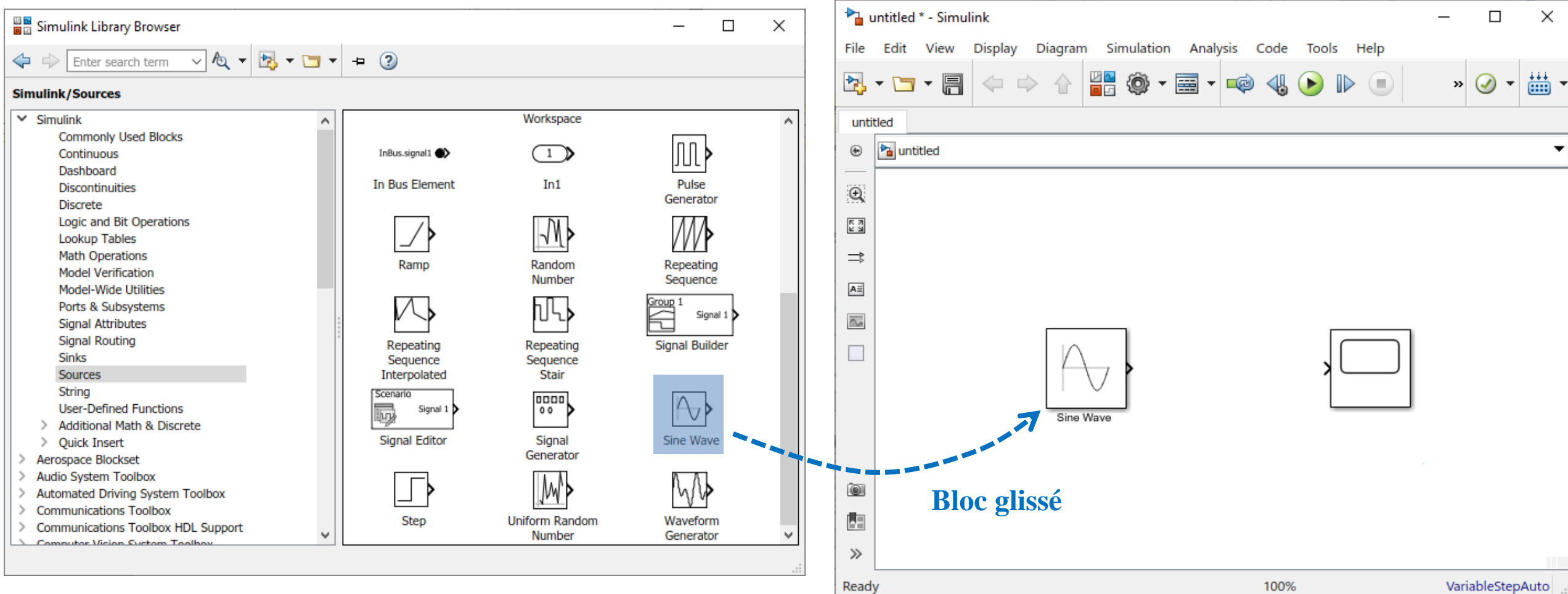


En ouvrant la bibliothèque avec une clique, on trouvera :

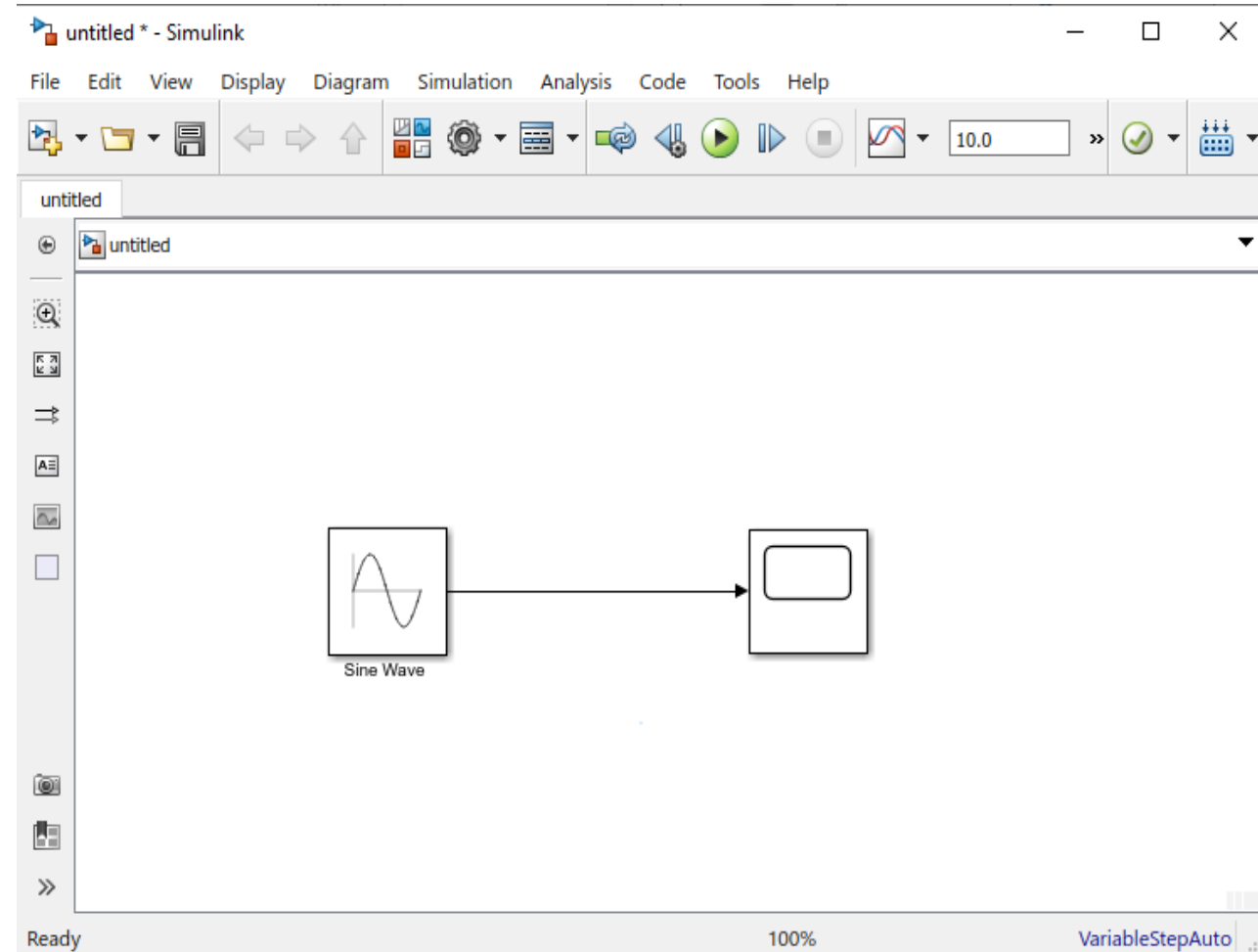
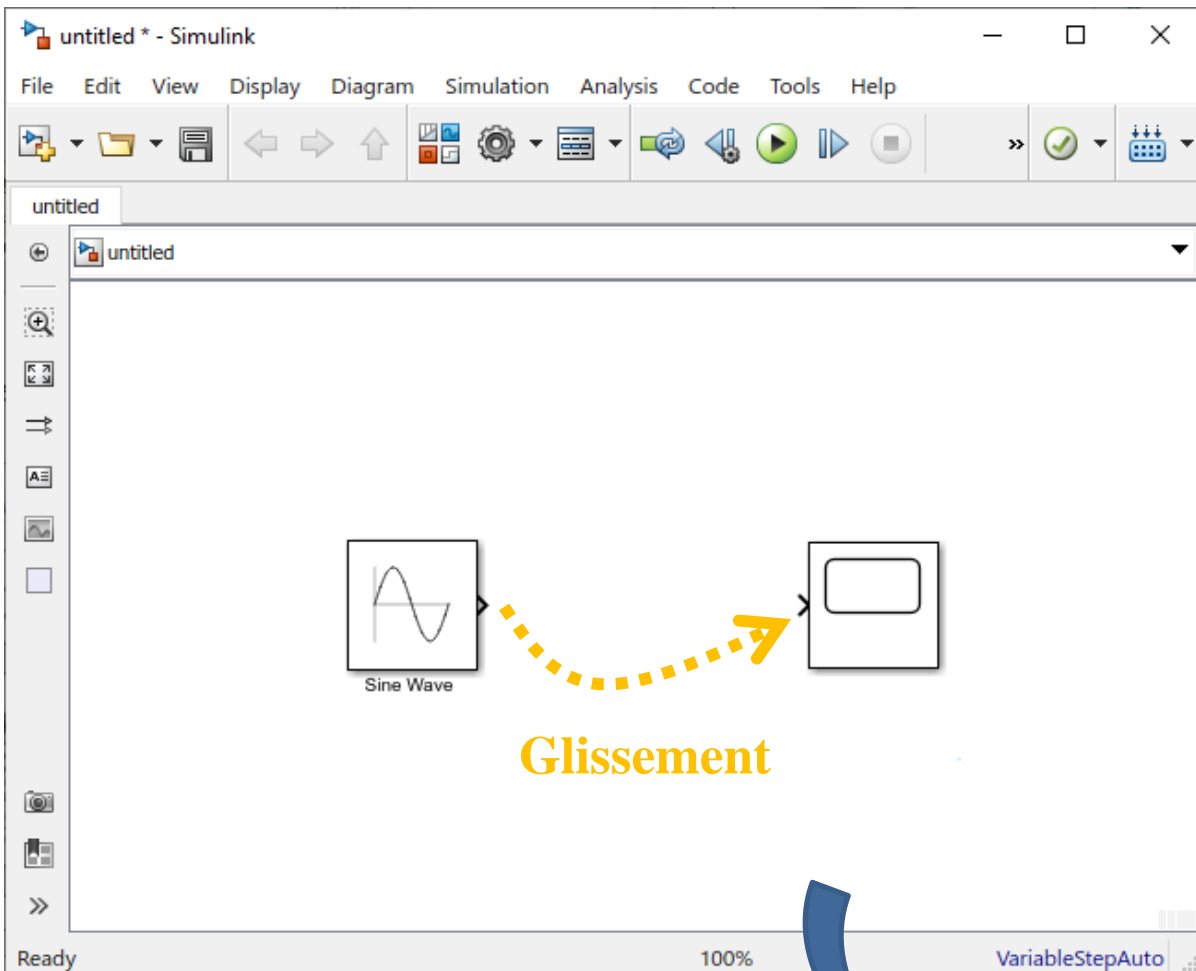
- ❑ une collection de blocs *Simulink* pour créer un schéma propre. Dans cette collection on trouve plusieurs sous bibliothèques (comme: Source, ports, affichage, ...)
- ❑ d'autres collections de blocs prédéfinies pour d'autres domaines d'applications (comme: aérospatial, automatique, systèmes embarqués, ...)



- ❑ En choisissant par exemple dans Simulink, l'axe source. On peut prendre l'élément qui nous intéresse juste en le glissant dans l'espace de travail.



- ❑ Pour connecter entre deux éléments, il suffit de glisser le port de sortie de l'élément source vers le port d'entrée de l'élément cible.



Définition des paramètres d'un élément :

- ❑ Cliquant deux fois sur l'élément glissé pour définir ses paramètres.
- ❑ Une fenêtre de dialogue s'ouvre, qu'on doit remplir par les informations nécessaires en respectant la syntaxe proposée.

Block Parameters: Signal Sinusoidale

Sine Wave

Output a sine wave:

$$O(t) = \text{Amp} * \sin(\text{Freq} * t + \text{Phase}) + \text{Bias}$$

Sine type determines the computational technique used. The parameters in the two types are related through:

Samples per period = $2 * \pi / (\text{Frequency} * \text{Sample time})$

Number of offset samples = $\text{Phase} * \text{Samples per period} / (2 * \pi)$

Use the sample-based sine type if numerical problems due to running for large times (e.g. overflow in absolute time) occur.

Parameters

Sine type: Time based

Time (t): Use simulation time

Amplitude: 1

Bias: 0

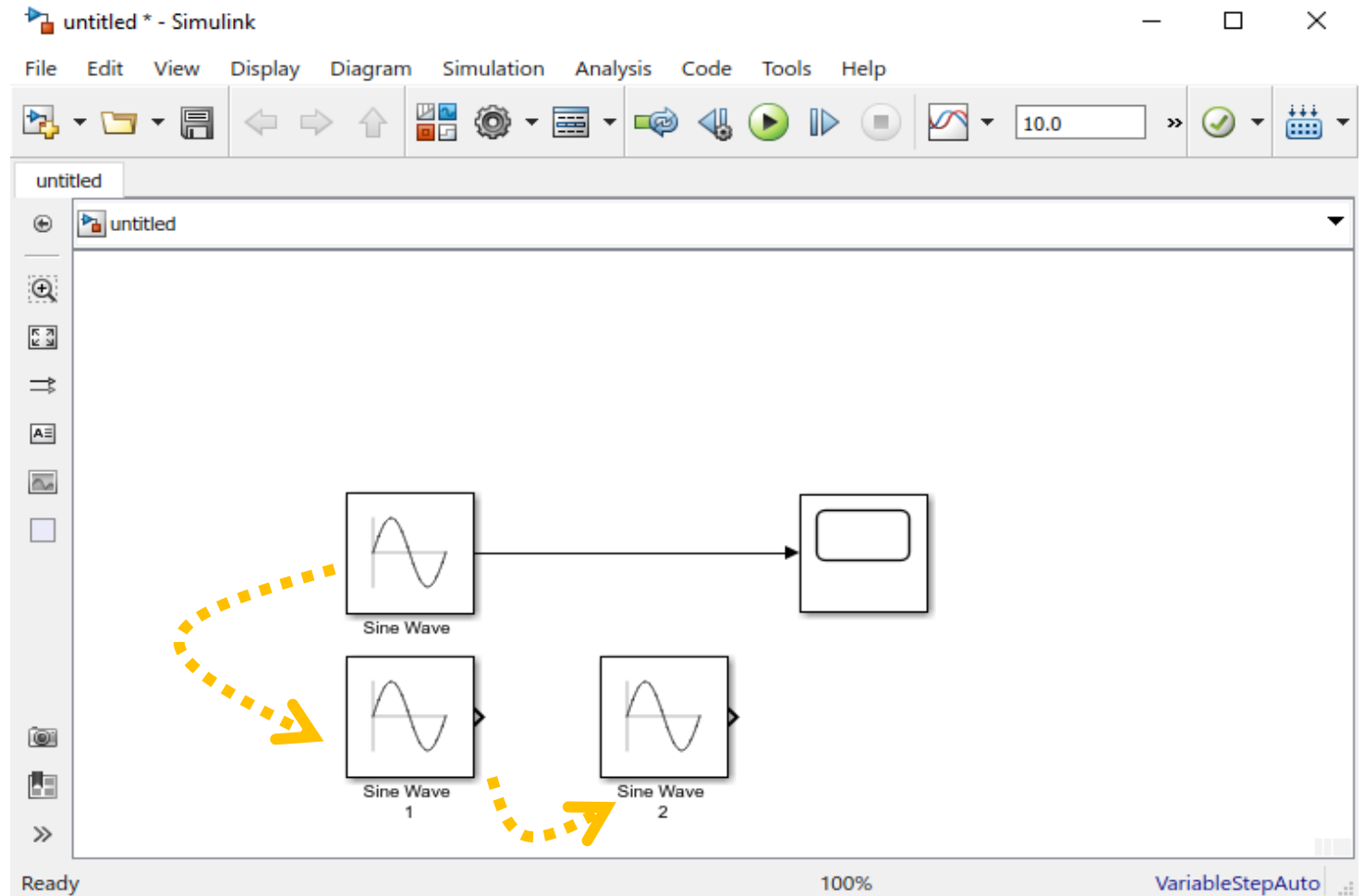
Frequency (rad/sec): 1

Phase (rad):

? OK Cancel Help Apply

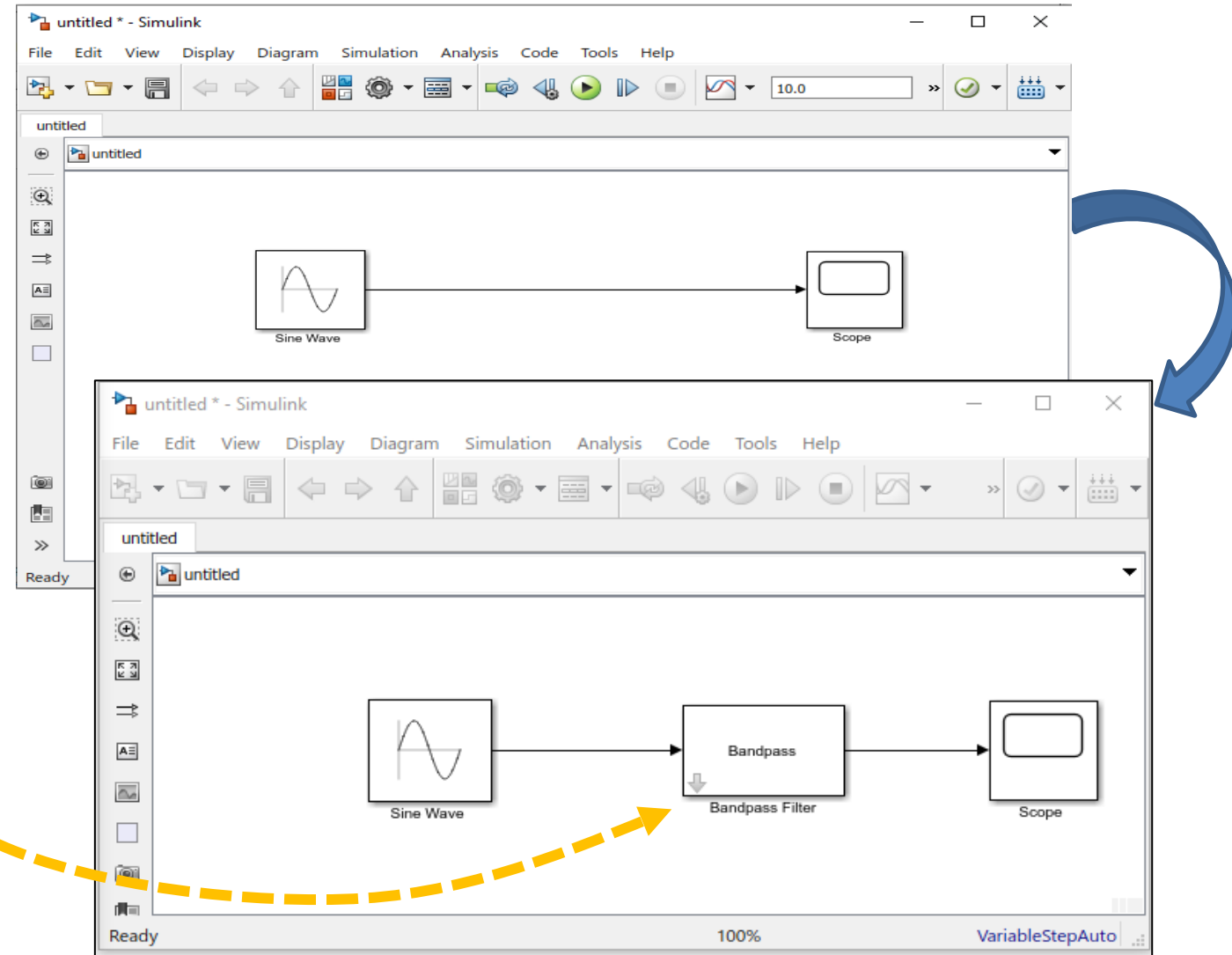
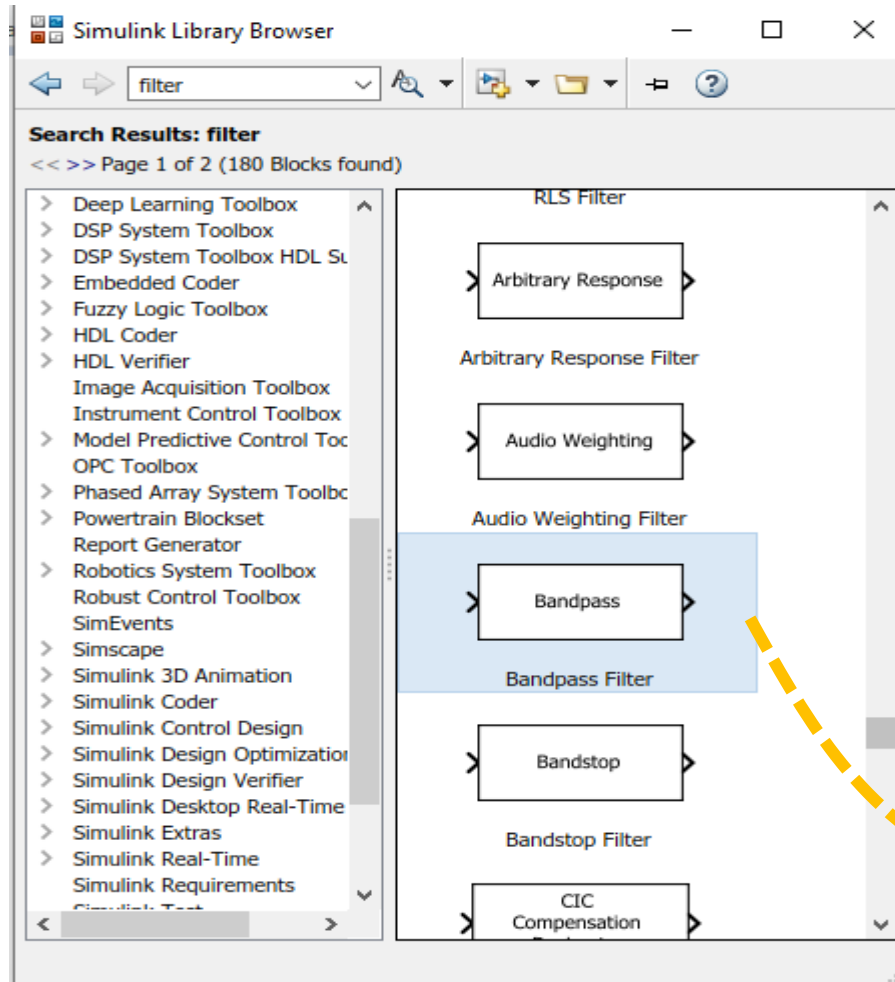
Copié d'un élément :

- ❑ Pour copier un élément, il suffit de cliquer sur l'élément une clique droite et le glisser dans l'espace de travail.



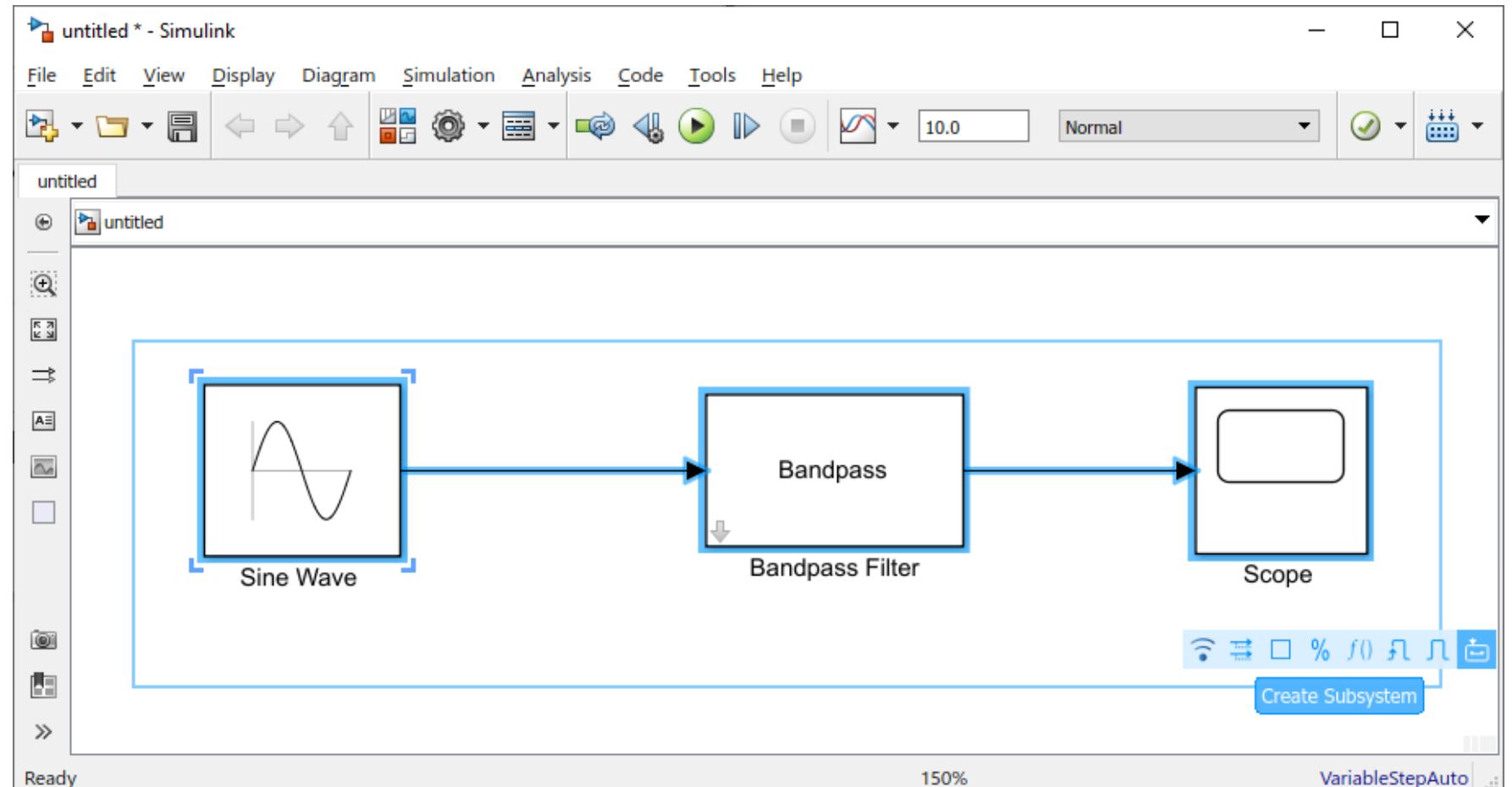
Insertion d'un élément :

- ❑ Pour insérer un élément entre deux éléments connectés, il suffit de le placer entre ces deux éléments.



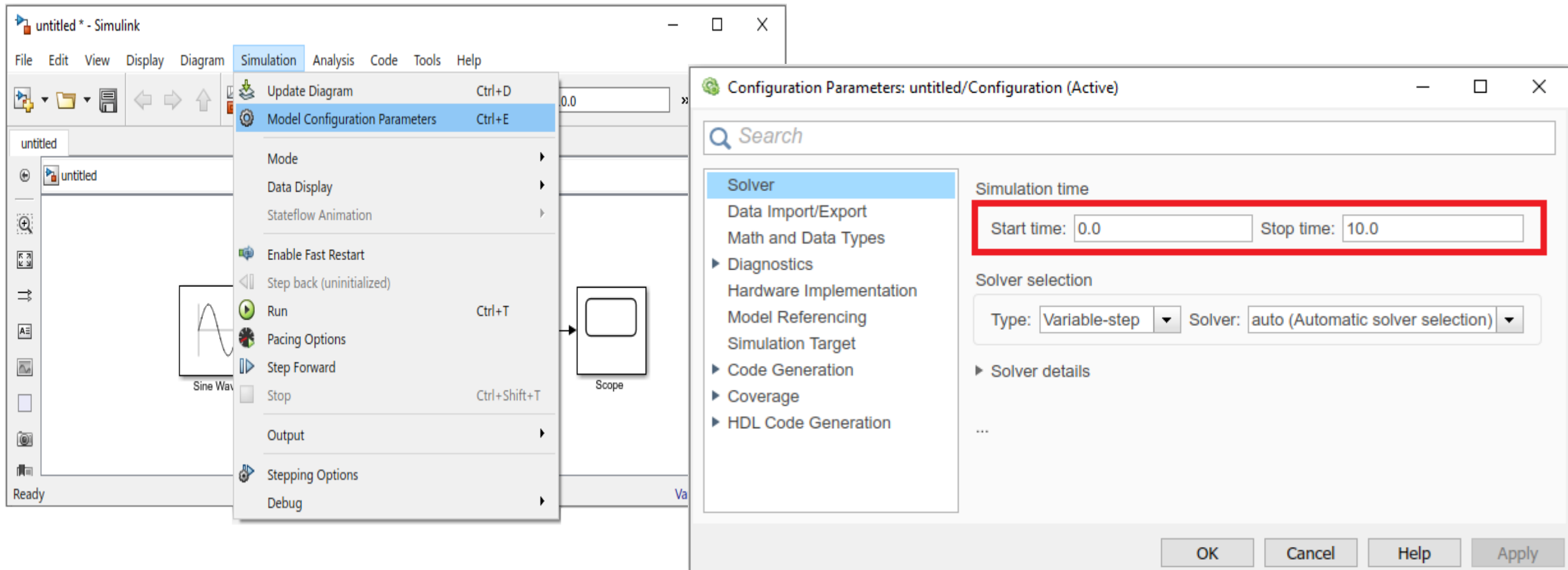
Création de sous-systèmes:

- ❑ Pour regrouper plusieurs éléments en un sous-système, sélectionner les éléments dont vous voulez qu'ils soient contenus dans le sous-système, puis cliquer sur *create subsystem*.



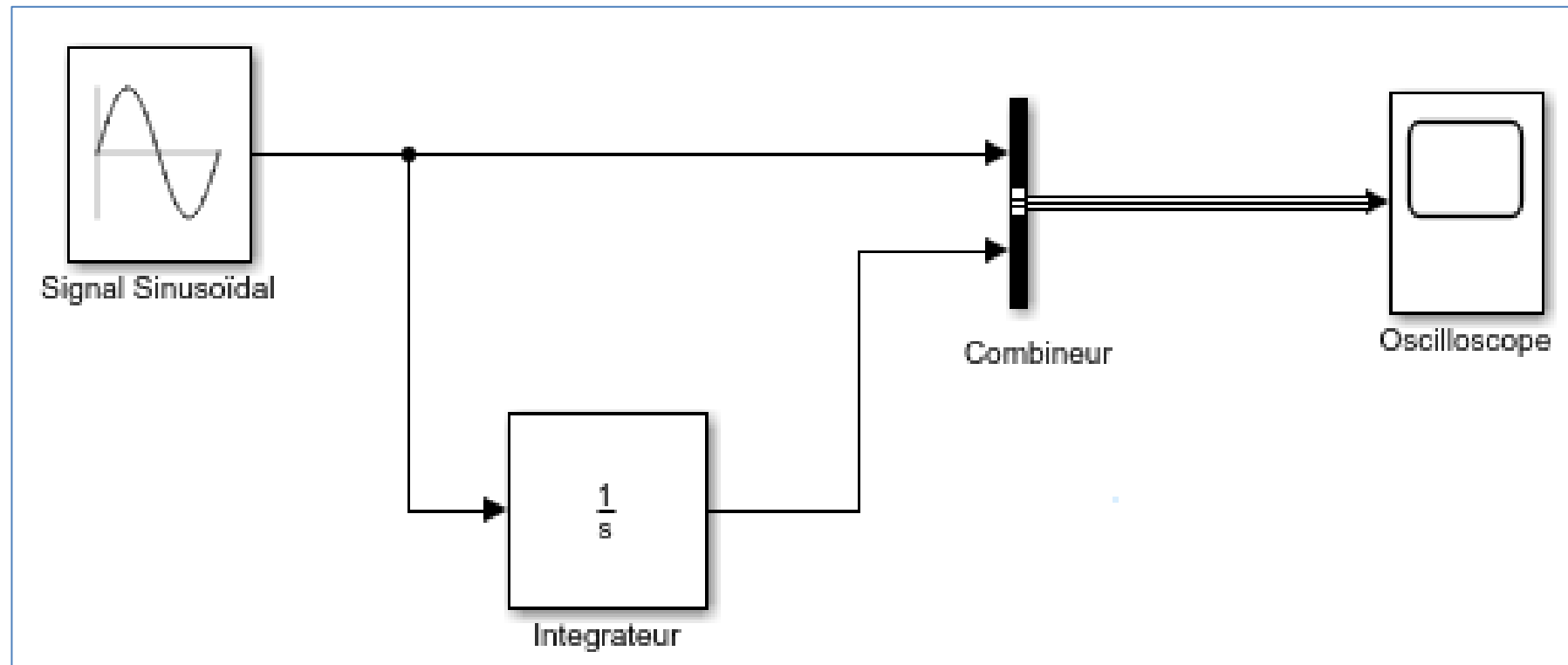
Réglage du temps de simulation:

- ❑ Cliquer sur l'icone *simulation* dans le menu et ouvrir le modèle des paramètres de configuration.
- ❑ Dans la section Solver, vous pouvez fixer le temps de départ et d'arrêt.



Exemple d'application 1:

- ❑ Dans cet exemple on générera un signal sinusoïdal, on calculera son intégral puis on affichera les deux sur un oscilloscope.



❑ Chemin des Blocs :

- **Signal sinusoïdal:** *Simulink* \Rightarrow *Source* \Rightarrow *Sine Wave*
- **Intégrateur:** *Simulink* \Rightarrow *Continuous* \Rightarrow *Integrator*
- **Combineur:** *Simulink* \Rightarrow *Signal Routing* \Rightarrow *Bus Creator*
- **Oscilloscope:** *Simulink* \Rightarrow *Sinks* \Rightarrow *Scope*

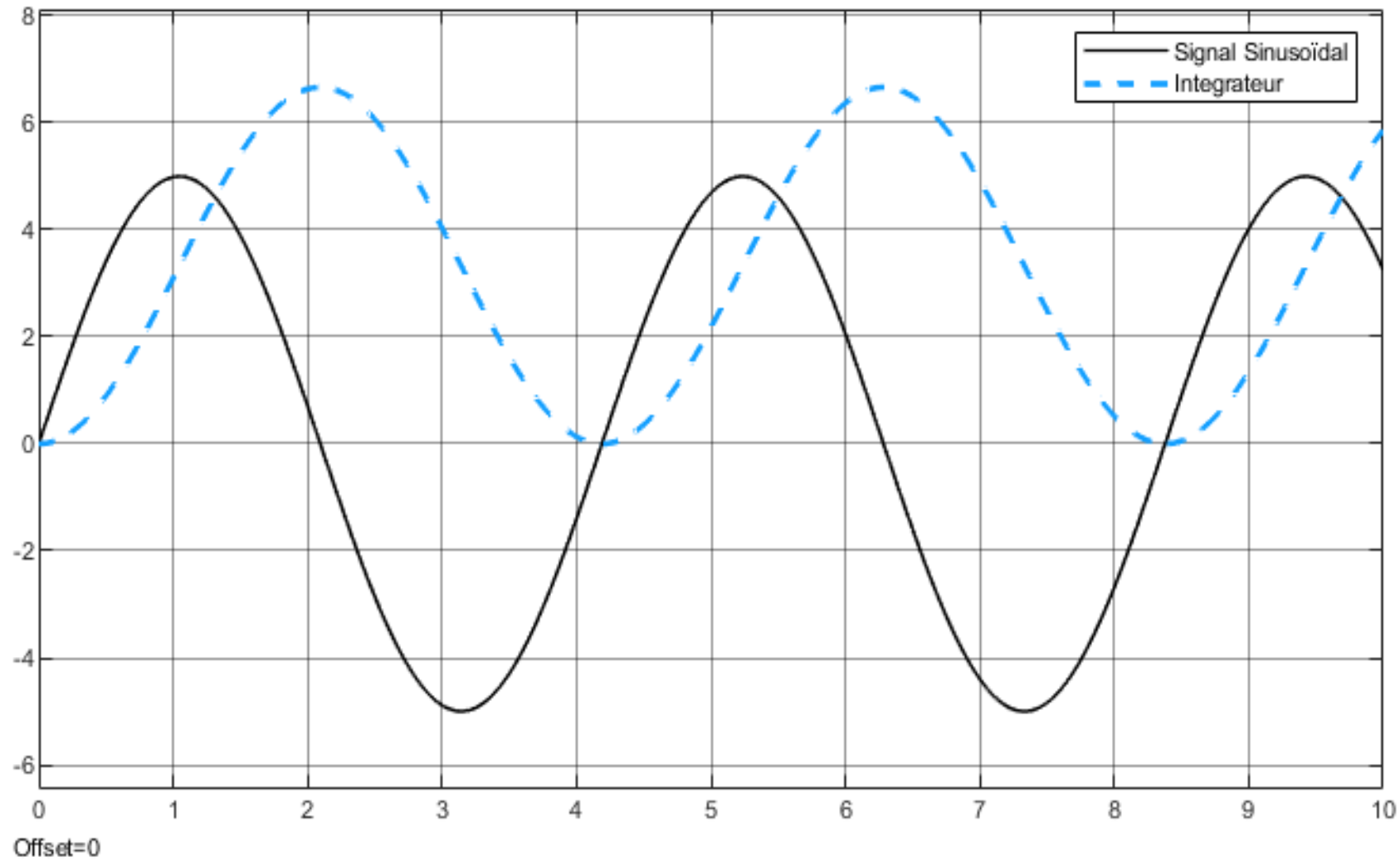
❑ Paramètres:

- Un signal sinusoïdal d'amplitude $5V$ et pulsation $1,5 \text{ rad/sec}$.
- Temps de simulation : le départ à $0s$ et l'arrêt à $10s$.
- Le pas de simulation : $\text{max step size} = 0,01$. *(in solver details)*

❑ Pour voir les résultats de simulation, enregistrer le fichier sous format **.slx** et cliquez sur le bouton Exécuter (Run).

Remarque: On peut visualiser le résultat sans enregistrer le projet.

❑ Résultat:



Exemple d'application 2:

- ✓ Durant cet exemple on va modéliser des opérations arithmétiques simples telles que : +, -, *, / ...

- Modéliser sous Simulink l'opération arithmétique suivante et afficher le résultat:

$$10 + 5 * 3,3 - \left(\sqrt{3} + \frac{4i}{3}\right)$$

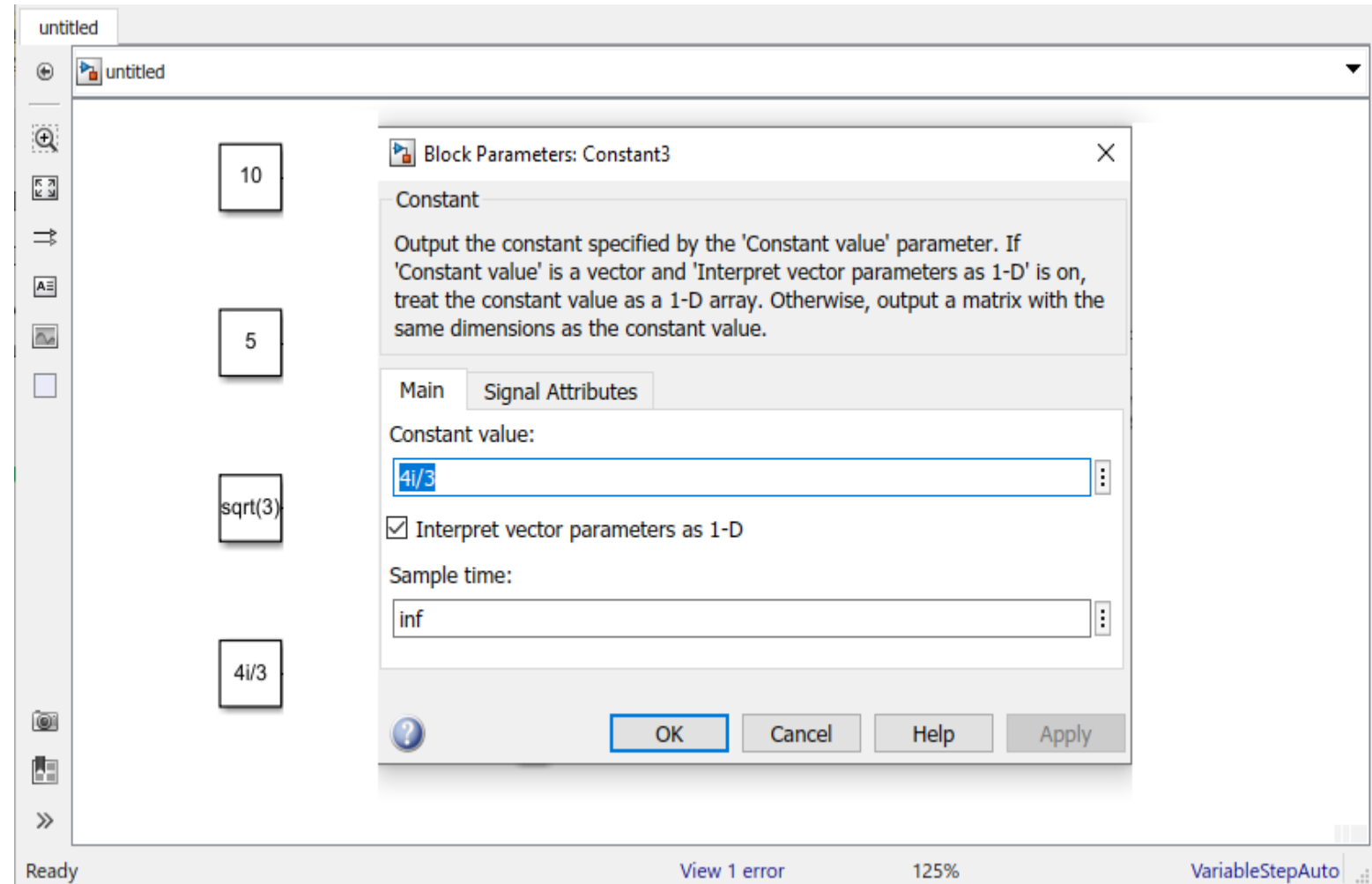
- Pour modéliser ce projet, vous avez besoin les blocs suivants de la bibliothèque Simulink :

Quatre blocs **Constant**, trois blocs **Sum**, un bloc **Gain** et un bloc **Display** pour afficher le résultat de calcul.

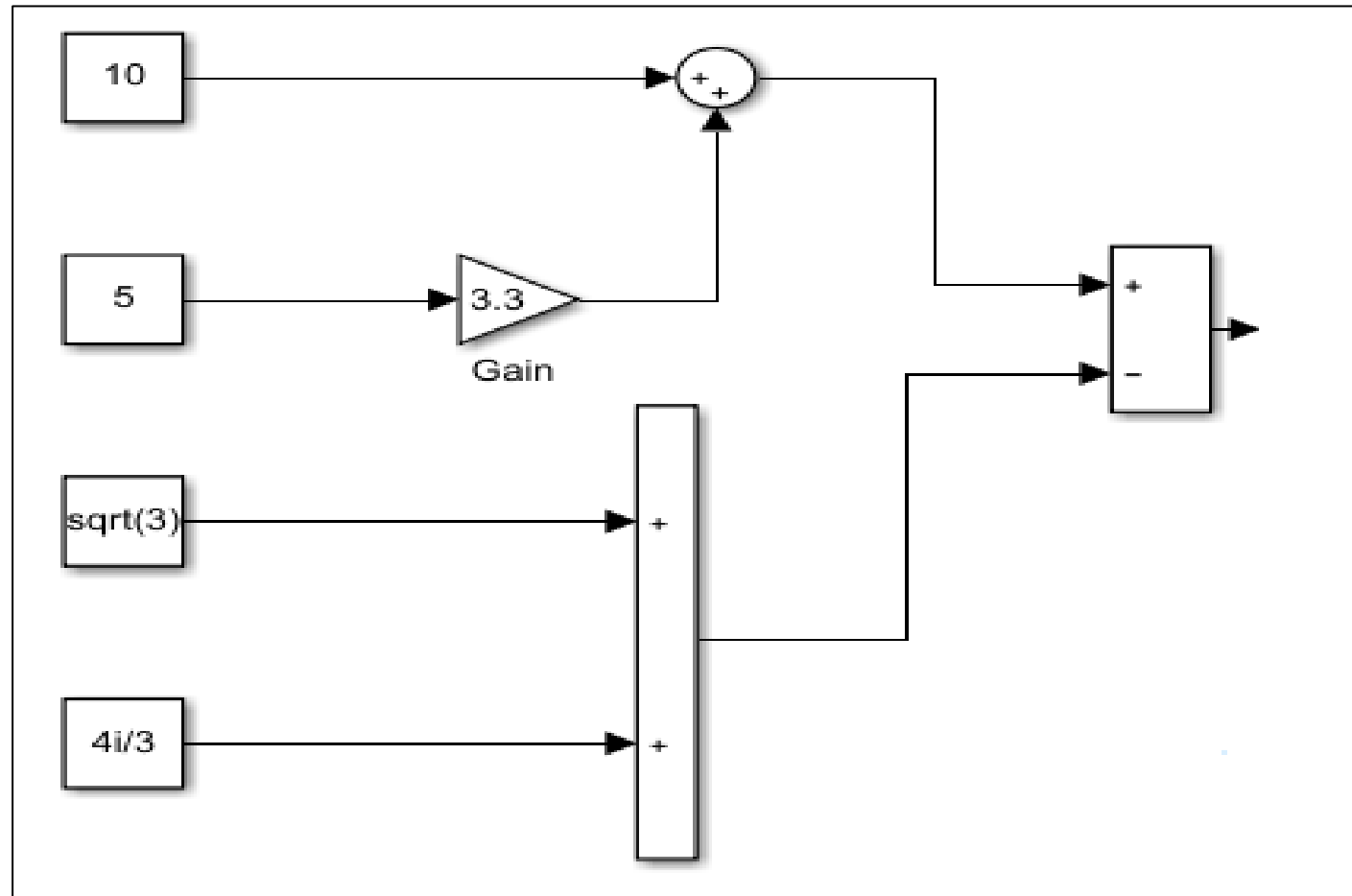
- ❑ Faites glisser et déposez tous ces blocs dans la zone de ce modèle.
- ❑ Toutes les valeurs des blocs Constant doivent être modifiées en fonction de la tâche donnée: 10, 5, $\sqrt{3}$, $\frac{4i}{3}$. De même, ajoutez un bloc Gain (pour 3,3) en double-cliquant sur chaque bloc, l'un après l'autre.

✓ Chemin des Blocs :

- **Constant:** *Source*
- **Opérateurs:** *Math Opérations*



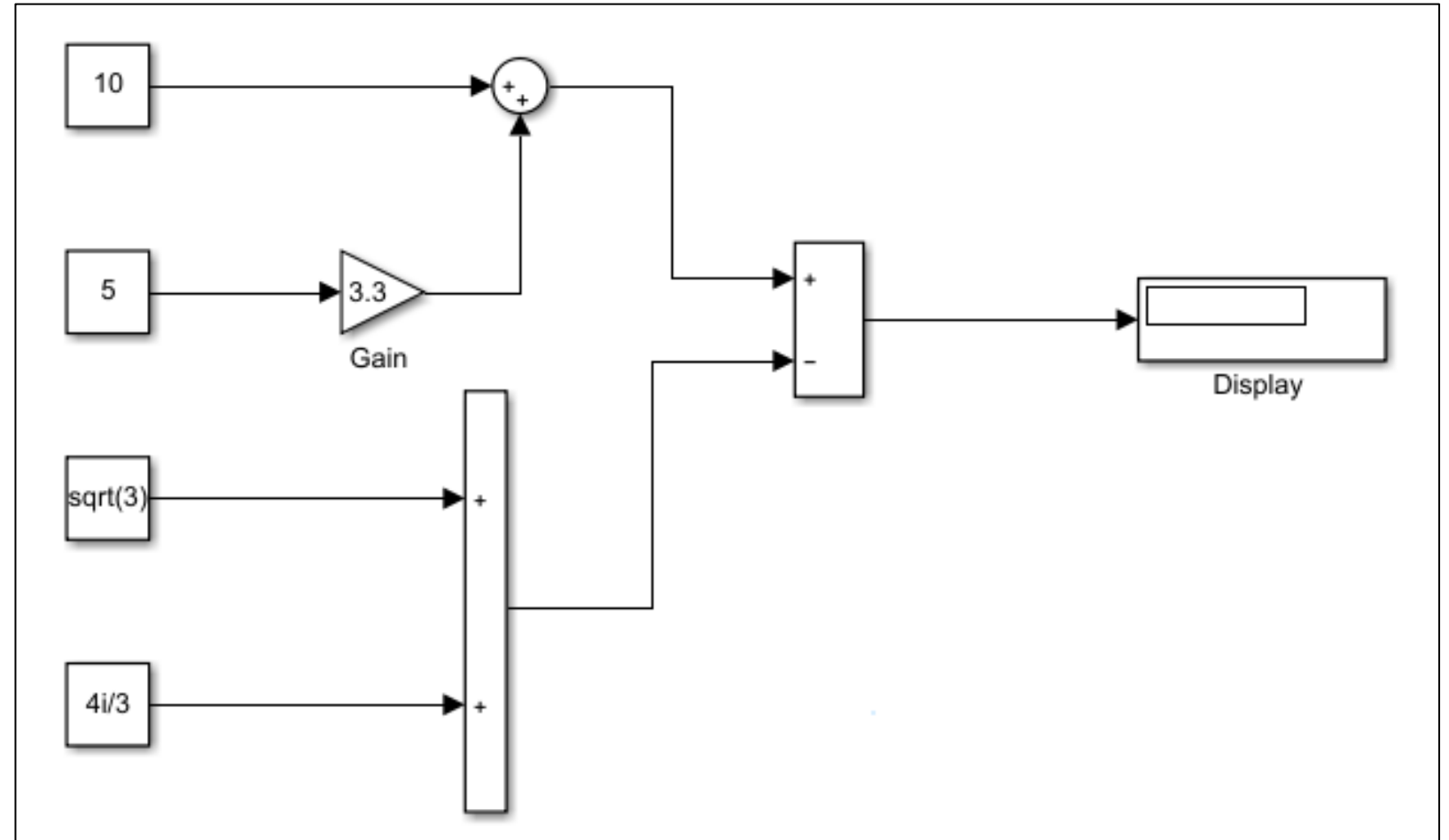
- ❑ Reliez le bloc Constant (10) à un bloc Somme avec le signe +.
- ❑ Liez le bloc Constant (5) à un bloc Gain (3.3), qui est lié au bloc Somme, comme le montre la figure. Même pour les deux derniers blocs constant.
- ❑ Connectez les deux blocs Sum à un troisième bloc Sum avec le + et le −.



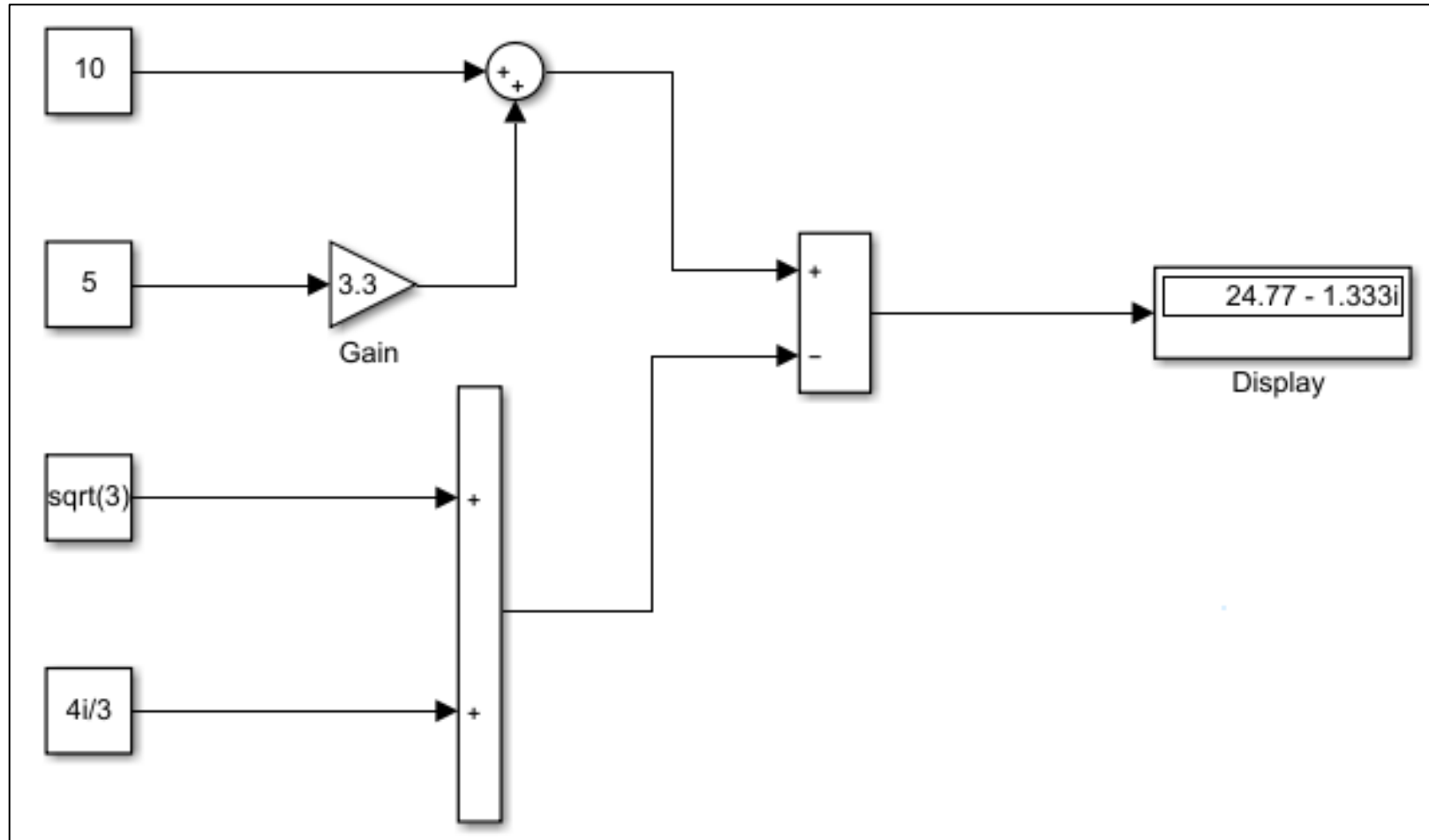
- ❑ Reliez ensuite le troisième bloc Sum au bloc d'affichage Display pour afficher le résultat.
- ❑ Enregistrer le fichier sous format **.slx**

✓ Chemin des Blocs :

- **Display: Sinks**



- ❑ Pour voir les résultats du calcul, cliquez sur le bouton Exécuter (Run) ou appuyez sur les touches ***Ctrl+T*** du clavier. Les résultats sont affichés dans le bloc d'affichage.



Plan

- 1- Introduction
- 2- Démarrage de Simulink
- 3- Création d'un modèle Simulink
- 4- Exercices d'application**

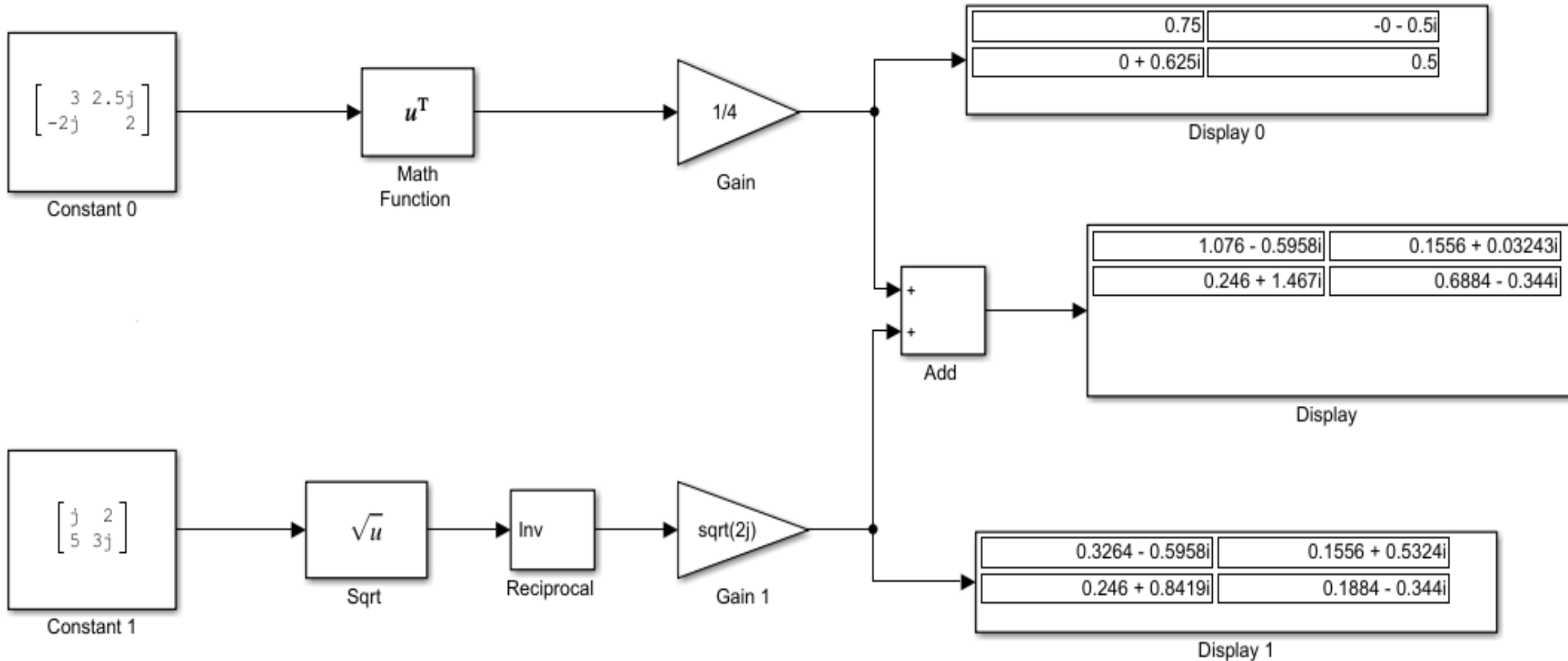
4. Exercices d'applications

Exercice 1: Opérations matricielles

Construire un modèle Simulink qui effectue l'opération matricielle suivante:

$$\frac{1}{4} * \begin{bmatrix} 3 & 2,5 j \\ -2j & 2 \end{bmatrix}^T + \begin{bmatrix} \sqrt{j} & \sqrt{2} \\ \sqrt{5} & \sqrt{3 j} \end{bmatrix}^{-1} * \sqrt{2 j}$$

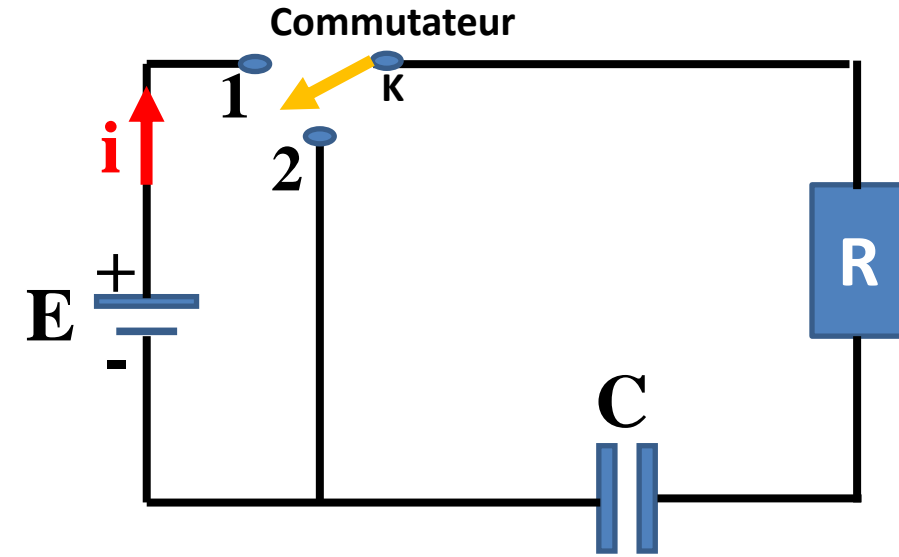
Un schéma proposé pour ce système matriciel:



Exercice 2: Charge et décharge d'un condensateur – circuit RC

Soit le circuit RC suivant:

$$E = 20\text{ V} , \quad R = 300\Omega , \quad C = 2\text{ mF}$$



1. Relever manuellement la tension $u_c(t)$ au niveau du condensateur pour le cas de charge et de décharge.
2. Tracer sur une feuille l'évolution de $u_c(t)$ (charge et décharge) en fonction du temps (prenez en considération les conditions aux limites).
3. Créer ce circuit en Simulink et tracer l'évolution de la tension du condensateur pour le cas de charge et de décharge. Comparer avec la question 2.

Remarque:

- Les composants se trouvent au niveau de *Simscap* \rightarrow *Electrical* \rightarrow *specialized power systems*
- Il faut ajouter la composante **powergui** avant de lancer la simulation
- Il faut initialiser le condensateur pendant la charge par 0 volt et la décharge par 20 volt

FIN