

RAPPORT TP3 MATLAB SIMULINK
(FILIÈRE GÉNIE INDUSTRIELLE)

[Année universitaire : 2020 2021]

Prof. Dr. Imad EL HARRAKI

Réalisé par [Assad Houda]
[Aridal Sami]

Matlab Simulink TP 3

Assad Houda

Aridal Sami

december 26, 2020

Partie I: Covid 19

Introduction:

L'objectif de ce TP est de se familiariser avec la modélisation en simulink, en modélisant l'évolution du Covid 19 au Maroc. Tout en utilisant la simulation des équations différentielles par des blocs Integrator. On a deux modèles à analyser SIR(Susceptible - Infectious - Recovered)ET SEIR(Susceptible - Exposed - Infectious - Recovered).

1 Modèle SIR(Susceptible - Infectious - Recovered)

Le modèle Susceptible-Infecté-Récouvert (SIR) est souvent utilisé pour étudier la propagation d'une maladie infectieuse en suivant le nombre (S) de personnes ssusceptibles d'être malade, le nombre (I) de personnes infectées par la maladie et le nombre (R) de personnes qui ont eu la maladie et qui sont maintenant soit rétablies soit mortes. On suppose que la population totale $N = S(t) + I(t) + R(t)$ est fixé. Il s'ensuit que

$$0 = dN/dt = dS/dt + dI/dt + dR/dt, \quad \forall t \geq 0. \quad (1)$$

Selon ce modèle, la seule façon pour une personne de quitter la zone susceptible est d'être infecté, et la seule façon pour une personne de quitter le groupe infecté c'est qu'elle doit se rétablir ou mourir. En outre il est supposé que ces qui se sont rétablis ou sont morts de la maladie sont à jamais plus immunisés. Il est clair que ces hypothèses sont plus réalistes pour certaines maladies (par exemple la varicelle) que pour d'autres (comme le rhume). Il est également supposé que tous ceux qui n'ont pas eu la maladie sont également susceptibles et que la probabilité qu'ils contractent la maladie au moment t est proportionnel au produit de $I(t)$ et de $S(t)$. Cela pourrait être réaliste si la population considérée est constituée d'un groupe d'environ même âge et même état de santé général, s'il n'y a pas d'immunité héréditaire, et si les membres du groupe se mélangent de manière homogène.

Ces hypothèses nous conduisent à un ensemble de trois équations différentielles: pour $S(t)$, $I(t)$ et $R(t)$:

$$\frac{dS}{dt} = -\beta S(t)I(t) \quad (2)$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta S(t)I(t) - \gamma I(t) \quad (3)$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I(t). \quad (4)$$

Ici, $\gamma \geq 0$ est le taux de guérison et $\beta \geq 0$ mesure la probabilité de transmettre la maladie lorsqu'une personne infectée et une personne sensible entrent en contact. Notez que ces expressions sont conformes à l'équation (1) comme requis.

Le modèle SIR:basé sur les données du cas du Maroc:

- Avec les conditions initiales suivantes:"fichier COVID19"

```

1  %%PARTIE I:
2
3
4  %% T=300S
5  %% sans le nombre de reproduction de base R0 on a:
6  be=1.8600000000000000;
7  ga=1.7800000000000000;
8  N=36000000;
9  i0=1/N;
10 r0=0;
11 s0=1-i0-r0;
12 c=1-0.984;
13 % %% avec le nombre de reproduction de base R0 on a:
14 be=1.8600000000000000;
15 ga=1.7800000000000000;
16 R0 = 2.4;
17 be=R0*ga;
18 N=36000000;
19 i0=1/N;
20 r0=0;
21 s0=1-i0-r0;
22 c=1-0.984;
23 % %% pour T=20s et conditions initiales
24 be=2;
25 ga=0.5;
26 i0=0.5;
27 r0=0.05;
28 s0=1-i0-r0;
29 % % %PARTIE II:
30 % %% avec T=300s et lesconditions initiales suivantes avec R0 ;
31 T1 = 5.1;
32 T2 = 5.3;
33 R0 = 2.4;
34 N = 100000;
35 e0 = 1/N;
36 i0 = 0.00;
37 r0 = 0.00;
38 s0 = 1 - e0 - i0 -r0;
39 a1 = 1/T1 ;
40 ga = 1/T2 ;
41 be = R0*ga;
42 % %% avec T=300s et lesconditions initiales suivantes SANS R0 ;
43 %
44 T1 = 5.1;

```

```

45 T2 = 5.3;
46 N = 100000;
47 e0 = 1/N;
48 i0 = 0.00;
49 r0 = 0.00;
50 s0 = 1 - e0 - i0 - r0;
51 a1 = 1/T1 ;
52 ga = 1/T2 ;
53 be=1.86;

```

1.1 SIR sans effet du confinement.

PARTIE I:

Question1:

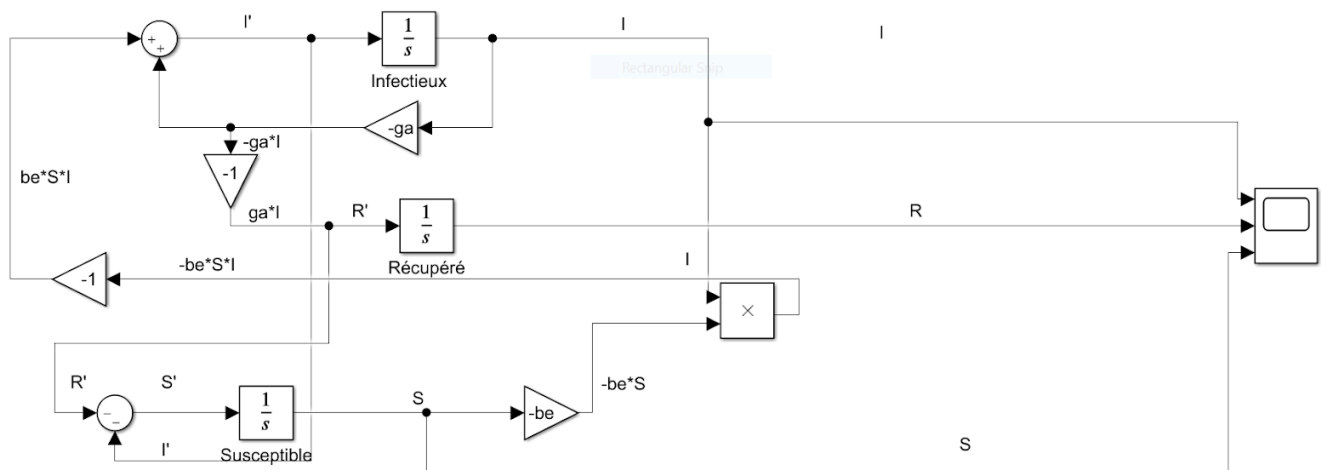


Figure 1: Construction du modèle SIR en Simulink

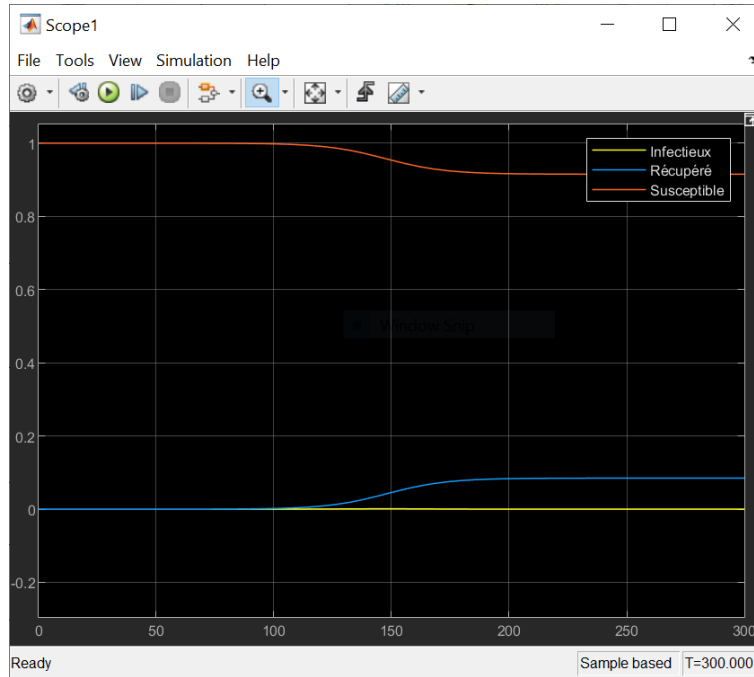


Figure 2: Graphique de l'oscilloscope (1)

Résultats

1. La date du pic de la pandémie au Maroc dans ce graphe est $t=185s$.
2. Le nombre maximal des infectés est d'un taux de 0,084769 donc 3,051,684 personnes infectés .

1.2 SIR avec effet du confinement:

PARTIE I:

Question2

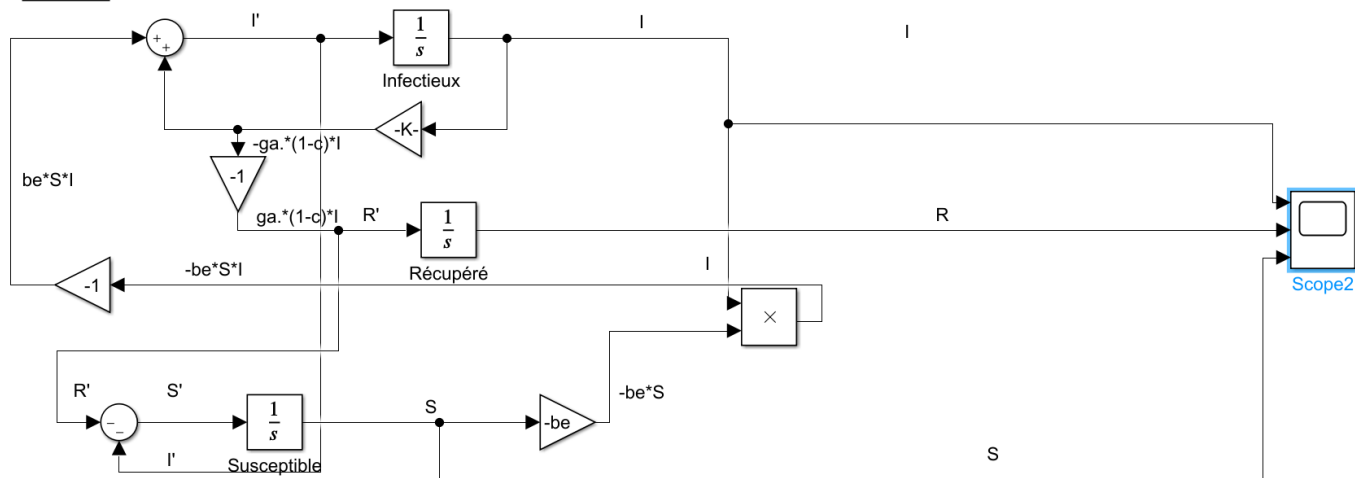


Figure 3: Construction du modèle SIR en Simulink

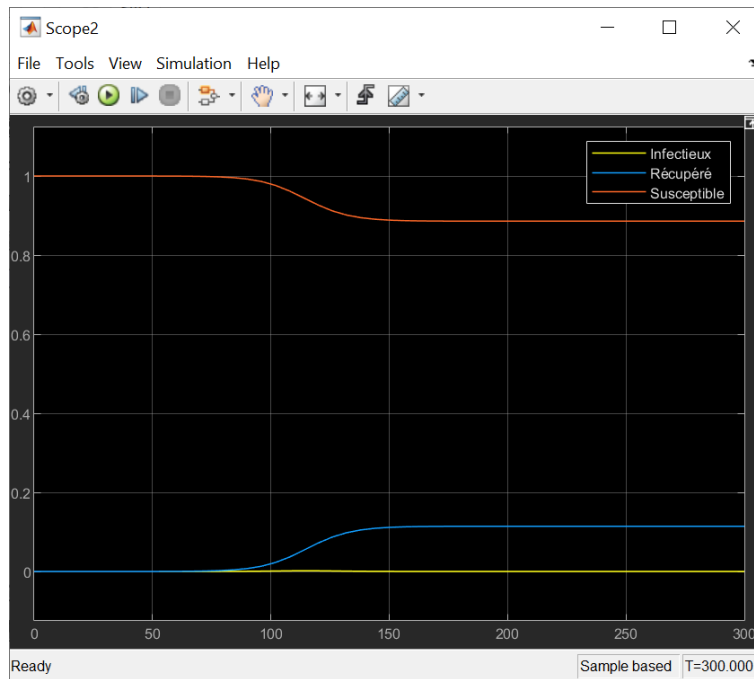


Figure 4: Graphique de l'oscilloscope (2)

Résultat:

1. La date du pic de la pandémie au Maroc dans ce graphe est $t=154s$.
2. Le nombre maximal des infectés est d'un taux de 0,114332 donc 4,115,952 personnes infectés .

Conclusion :

Il s'avère qu'avec le confinement pendant la pandémie, le nombre de personnes infectées a diminué d'environ 1 064 268 personnes, avec un pic de la pandémie tardif.

- Pour mieux visualiser le modèle SIR, on a fait le choix d'autre conditions initiales suivantes:"fichier COVID19"

```

1 %% avec T=20s
2 c=1-0.984;
3 be=2;
4 ga=0.5;
5 i0=0.5;
6 r0=0.05;
7 s0=1-i0-r0;

```

Simulation de la 1ere question sans coefficient c:

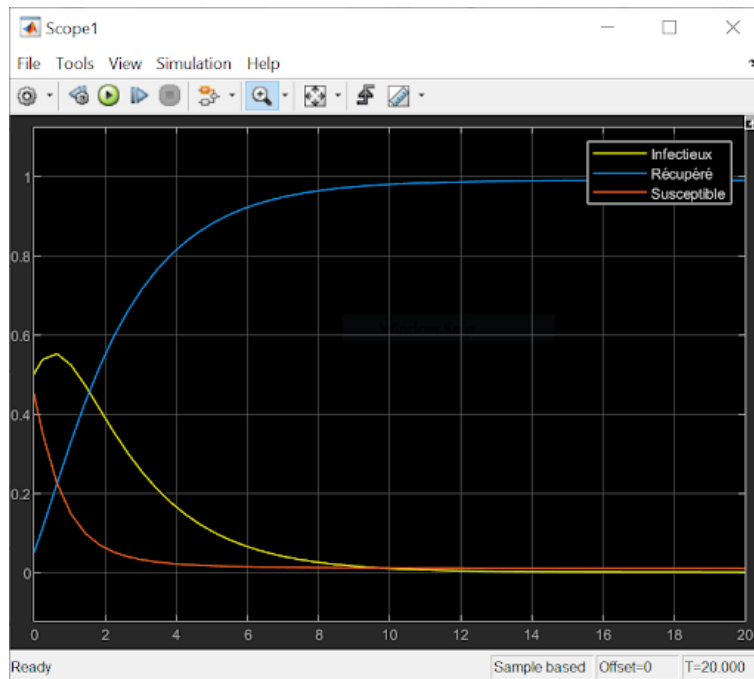


Figure 5: Graphique de l'oscilloscope (1)

Simulation de la 2eme question avec le coefficient c:

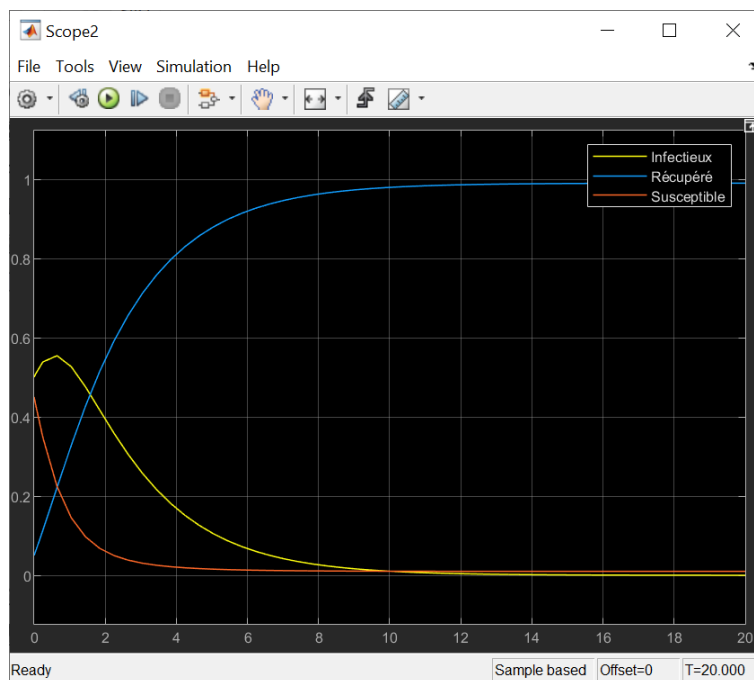


Figure 6: Graphique de l'oscilloscope (2)

2 Le modèle SEIR:basé sur les données du cas des états unis

Nous allons maintenant examiner le modèle d'épidémie SEIR dans lequel la population se compose de quatre groupes :

- S est la fraction des individus susceptibles (ceux qui sont capables de contracter la maladie).
- E est la fraction des personnes exposées (celles qui ont été infectées mais ne sont pas encore contagieuses).
- I est la fraction des individus infectieux (ceux qui sont capables de transmettre la maladie).
- R est la fraction des individus récupérés (ceux qui sont devenus immunisés).

Notez que les variables donnent la fraction d'individus - c'est-à-dire que nous les avons normalisés de sorte que

$$S + E + I + R = 1.$$

En outre,

- $\frac{1}{\alpha}$ est la période de latence moyenne de la maladie,
- $\frac{1}{\gamma}$ est la période infectieuse moyenne,
- β le taux de contact .

$$\frac{dS}{dt} = -\beta S(t)I(t) \tag{5}$$

$$\frac{dE}{dt} = \beta S(t)I(t) - \alpha E(t) \tag{6}$$

$$\frac{dI}{dt} = \alpha E(t) - \gamma I(t) \tag{7}$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I(t). \tag{8}$$

PARTIE II :

Question1:

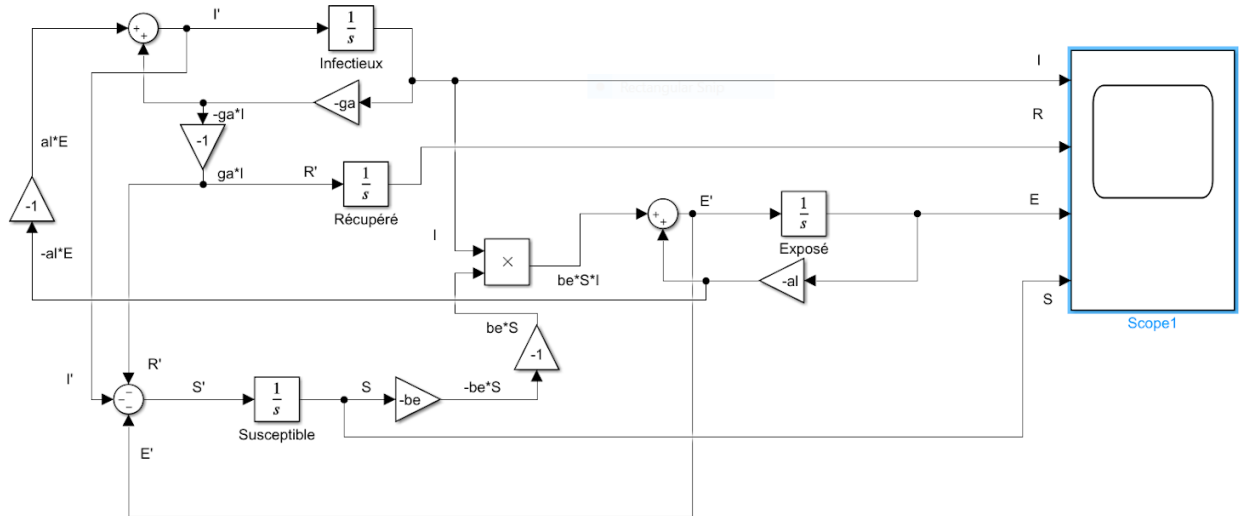


Figure 7: Construction du modèle SEIR en Simulink)

- Comparer puis analyser l'impact du nombre de reproduction de base R_0 sur les deux cas simuler (Maroc- états unis).
1. Pour le cas du maroc :on prend les nouvelles conditions initiales avec le présence du nombre de reproduction de base R_0 qui représente le nombre moyen de personnes qu'une personne contagieuse peut infecter. (modèle SIR)

```

1  %% avec le nombre de reproduction de base R0 on a:
2  be=1.8600000000000000;
3  ga=1.7800000000000000;
4  R0 = 2.4;
5  be=R0*ga;
6  N=36000000;
7  i0=1/N;
8  r0=0;
9  s0=1-i0-r0;
10 c=1-0.984;

```

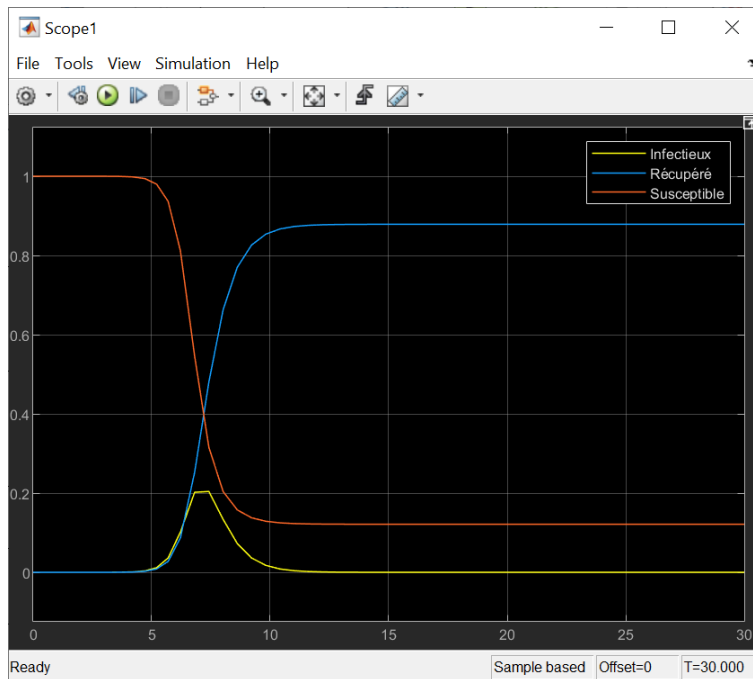


Figure 8: Graphique de l'oscilloscope (2)

- l'impact du nombre de reproduction de base R_0 est d'avoir le pic de la pandémie à $t=7s$ au lieu de $t=185s$, avec un nombre important des personnes infectées

2. Pour le cas des états unis : on a le résultat suivant (modèle SIR)

Avec les conditions initiales suivantes: "fichier COVID19"

```

1  % %% avec T=300s et les conditions initiales suivantes avec R0 ;
2  T1 = 5.1;
3  T2 = 5.3;
4  R0 = 2.4;
5  N = 100000;
6  e0 = 1/N;
7  i0 = 0.00;
8  r0 = 0.00;
9  s0 = 1 - e0 - i0 - r0;
10 al = 1/T1 ;
11 ga = 1/T2 ;
12 be = R0*ga;

```

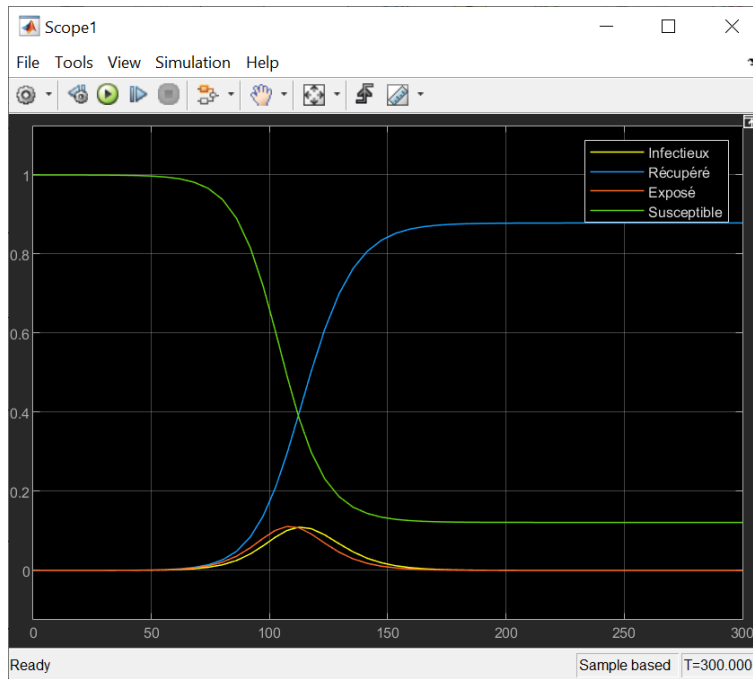


Figure 9: Graphique de l'oscilloscope (1)

Sinon sans R0 avec les conditions initiales suivantes:

```

1  %% %% avec T=300s et les conditions initiales suivantes SANS R0 ;
2  %
3  T1 = 5.1;
4  T2 = 5.3;
5  N = 100000;
6  e0 = 1/N;
7  i0 = 0.00;
8  r0 = 0.00;
9  s0 = 1 - e0 - i0 - r0;
10 al = 1/T1 ;
11 ga = 1/T2 ;
12 be=1.86;

```

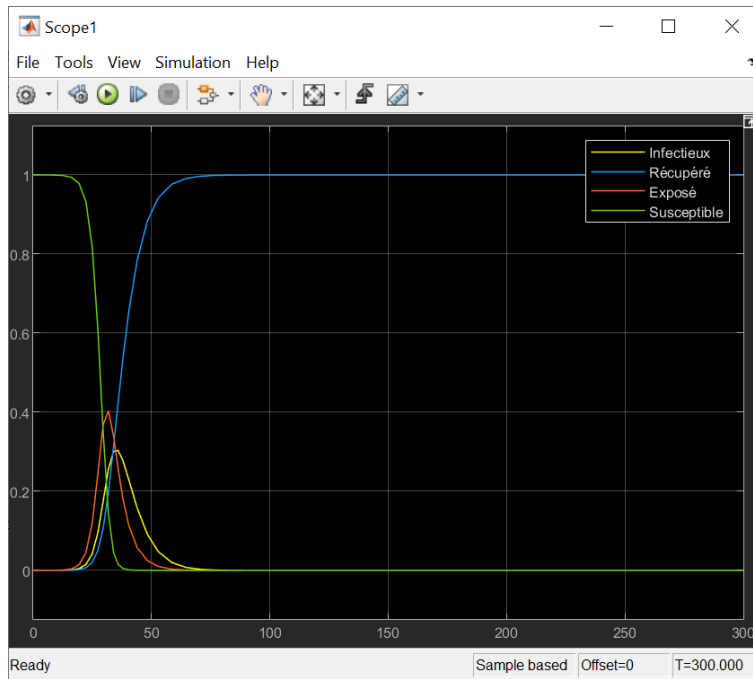


Figure 10: Graphique de l'oscilloscope (1)

Conclusion: Il s'avère que l'impact du nombre de reproduction de base R_0 est vraiment remarquable dans les deux cas Maroc- états unis, c'est l'augmentation de la vitesse de propagation du virus ainsi du nombre maximum des personnes infectés, et diminution de la population récupérée de l'infection et immunisée contre toute autre infection

Conclusion:

Les modèles SIR et SEIR restent des outils mathématiques qui conseillent de prédire l'évolution d'une épidémie donnée, permettant ainsi d'obtenir un premier modèle d'épidémie et d'observer l'impact des mesures de santé sur son évolution. Nous avons eu la chance de visualiser la progression et l'évolution de cette épidémie grave à ce TP et de mieux comprendre comment simuler des équations différentielles complexes sur simulink.

Partie II: MCC

Introduction:

L'objectif de ce TP est de modéliser un moteur à courant continu MCC sur Matlab Simulink et sur Simscape et de se familiariser avec la modélisation physique de l'extension Simscape de Simulink et faire la connaissance aux bibliothèques de Simscape et des nouveaux blocs qui représentent les éléments électriques et mécaniques du moteur CC comme les blocs Résistance, Inductance, Inertie, Amortisseur de rotation et 7 Convertisseur électromécanique de rotation, des capteurs et des sources de tension

On utilise les paramètres suivant pour les modelisation”fichier MCC.m”

```

1 %%TP MCC
2
3 J=0.01;
4 b=0.1;
5 K = 0.01;
6 R = 1;
7 L = 0.5;
8 A=[-b/J,K/L ; -K/L,-R/L];
9 B=[0;1/L];
10 C=[1,0];
11 % Ke=0.01;
12 % Kt= 0.01;K=Ke=Kt
13 % s = tf('s');
14 % Pmotor = K/((J*s + b) * (L*s + R) + K.^2);

```

1.Construction du modèle avec Simulink:

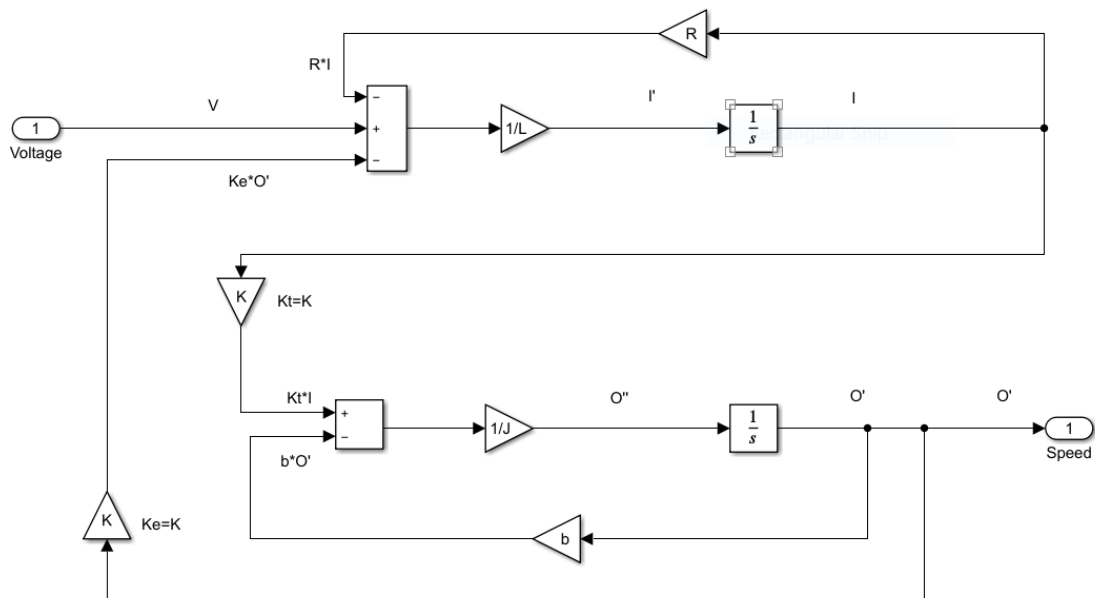


Figure 11: Modèle avec Simulink

On enregistre tous ces composants en tant que bloc de sous-système unique DC motor:

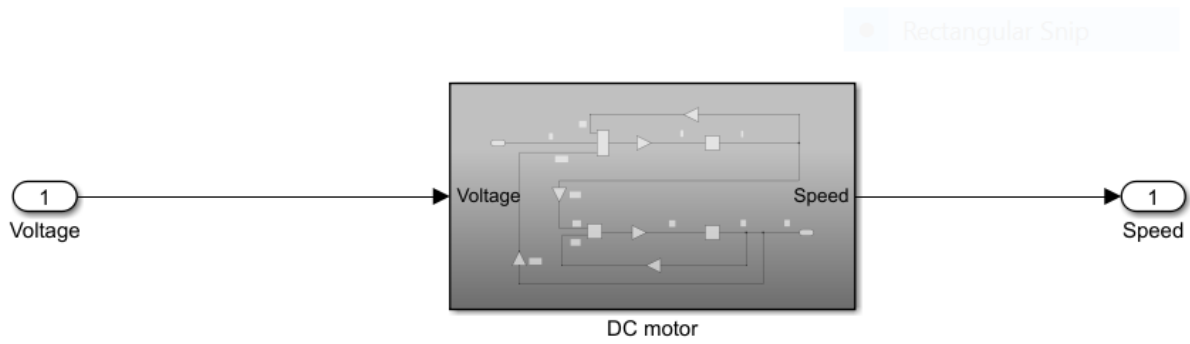


Figure 12: DC motor

2.Construction du modèle avec Simscape:

- Représentation du schéma électrique du MCC:

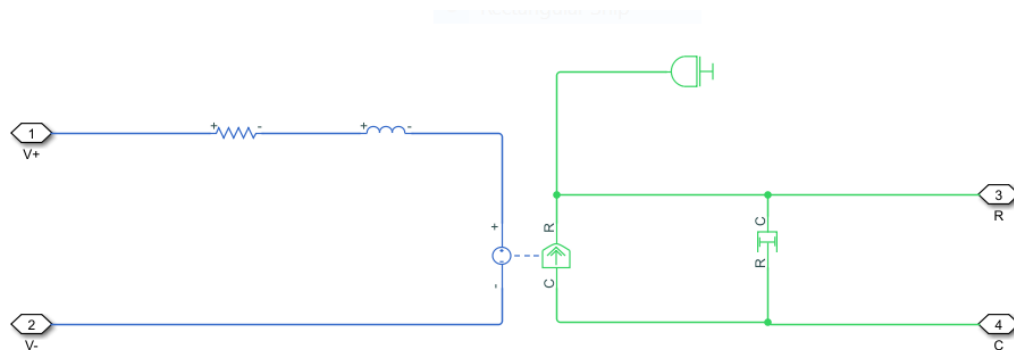
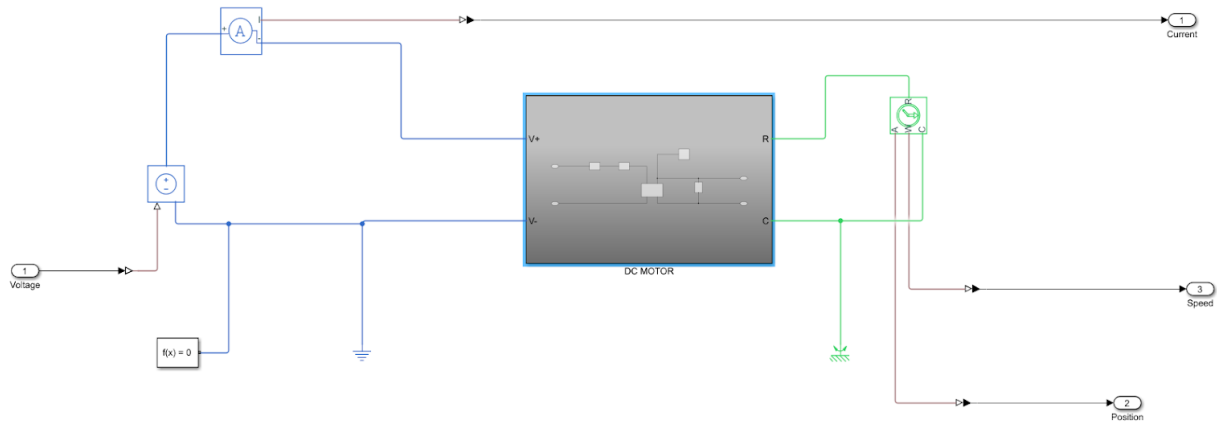


Figure 13: Schéma électrique

On enregistre tous ces composants en tant que bloc de sous-système unique DC MOTOR, puis on ajoute des capteurs et des sources de tension. :



On enregistre tous ces composants en tant qu'un seul sous-système Motor-Model-Simscape.

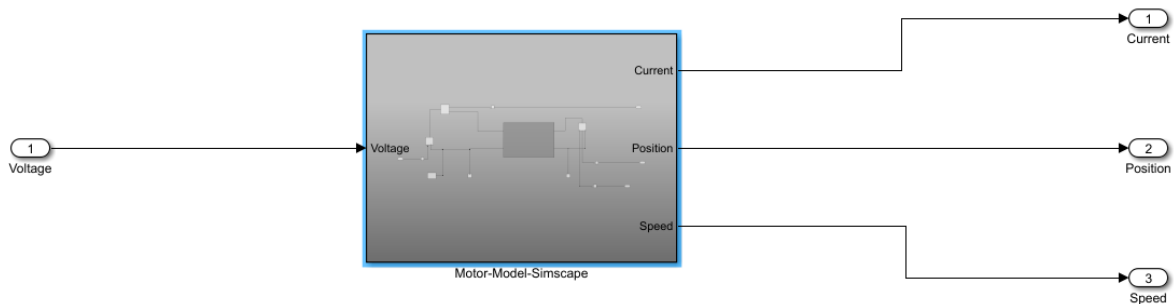
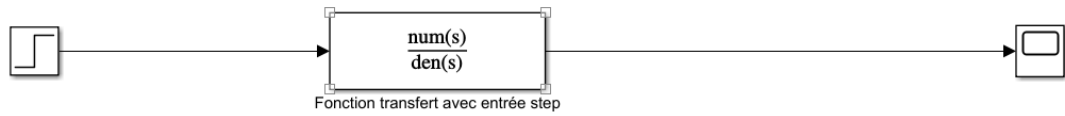


Figure 14: Sous-système Motor-Model-Simscape

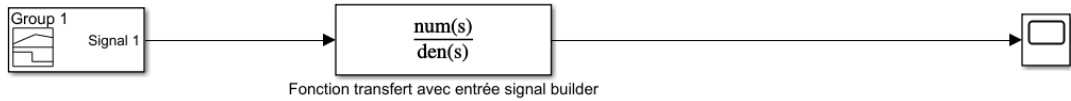
Remarque: Pour visualiser la simulation des deux modèles il suffit de remplacer les blocs In1 par des signaux d'entrée au choix exemple: ramp, step, signal builder, sinusoïdal ou autre et remplacer les blocs Out1 par des scopes.

3. Simulation par fonction transfert et par bloc state space (Espace d'état)

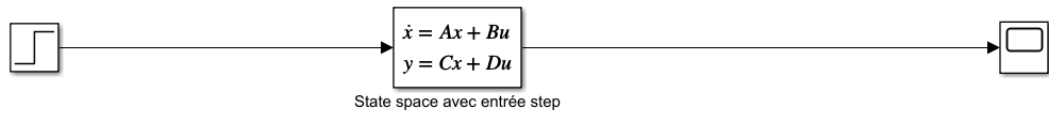
Fonction de transfert avec une entrée step



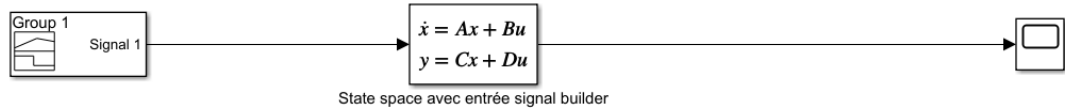
Fonction de transfert avec une entrée signal builder



La simulation en utilisant le bloc state space avec une entrée step



La simulation en utilisant le bloc state space avec une entrée signal builder



- On trouve les résultats suivants::

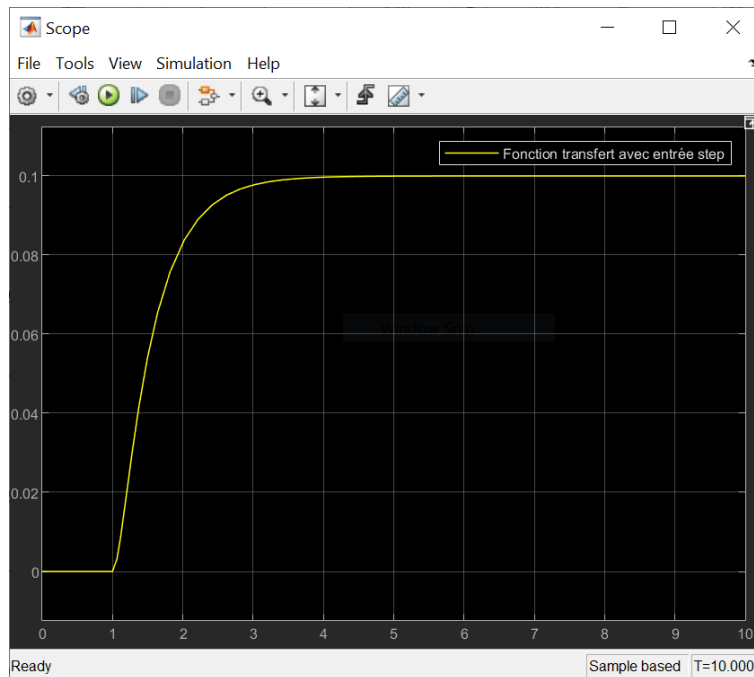


Figure 15: Graphique de l'oscilloscope

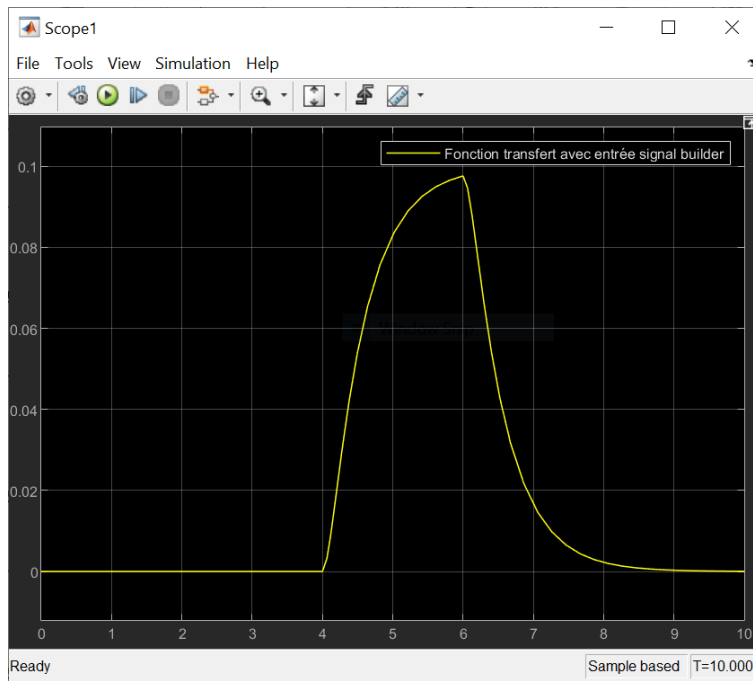


Figure 16: Graphique de l'oscilloscope (1)

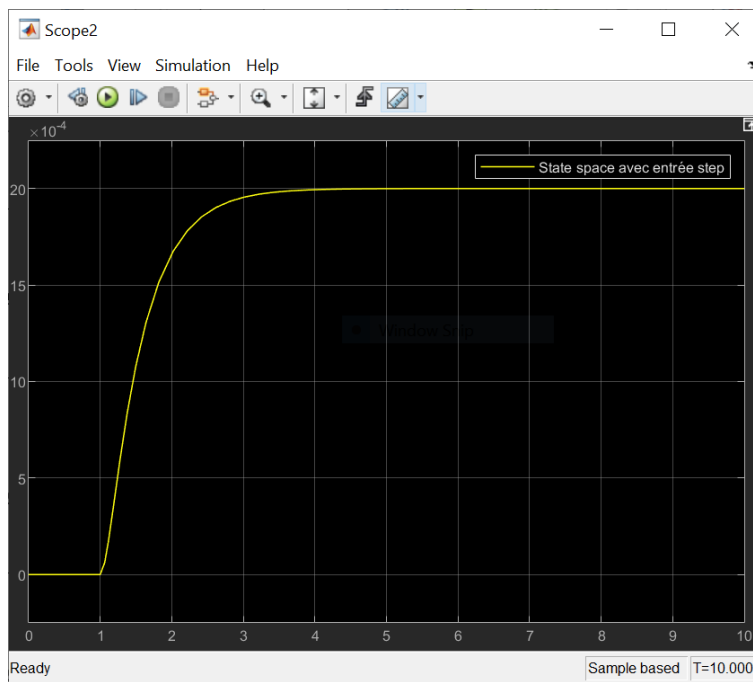


Figure 17: Graphique de l'oscilloscope (2)

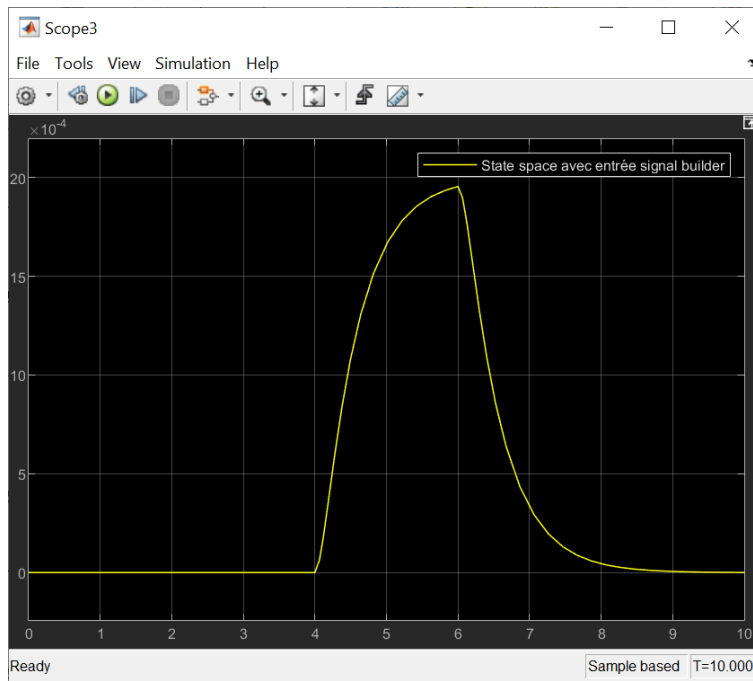
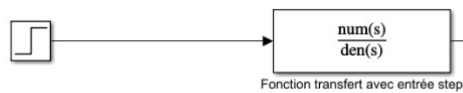


Figure 18: Graphique de l'oscilloscope (3)

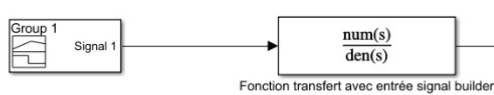
On remarque qu'on a les même résultats pour la fonction transfert et state space mais avec des valeurs d'ordonnée qu'ils sont différent. Pour la fonction transfert on a l'ordonnée qui varie dans $[0 \ 0.1]$ et pour l'espace d'état l'ordonnée qui varie dans $[0 \ 20]$.

On peut utiliser le même scop pour visualiser le résultat des fonctions transfert et state space

Fonction de transfert avec une entrée step



Fonction de transfert avec une entrée signal builder



La simulation en utilisant le bloc state space avec une entrée step



La simulation en utilisant le bloc state space avec une entrée signal builder



- On trouve le resultat suivant:

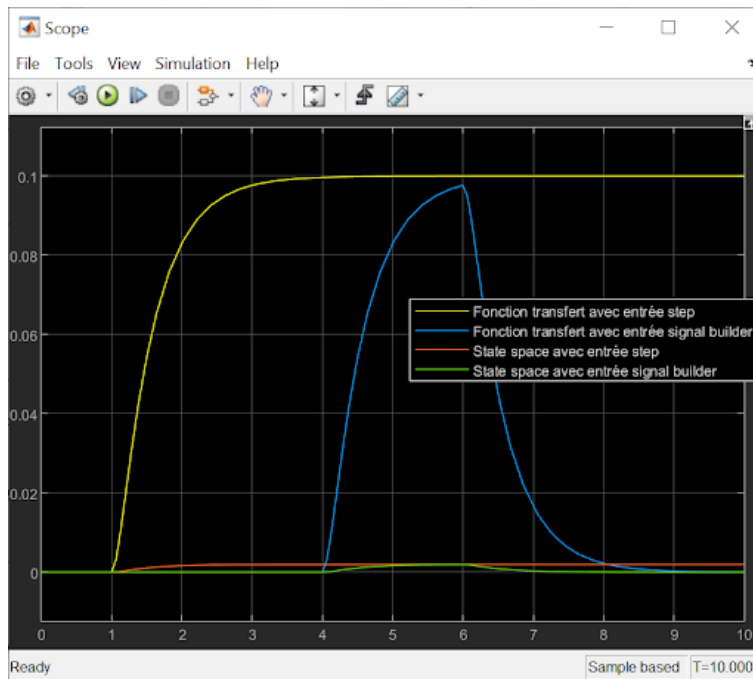


Figure 19: Graphique de l'oscilloscope

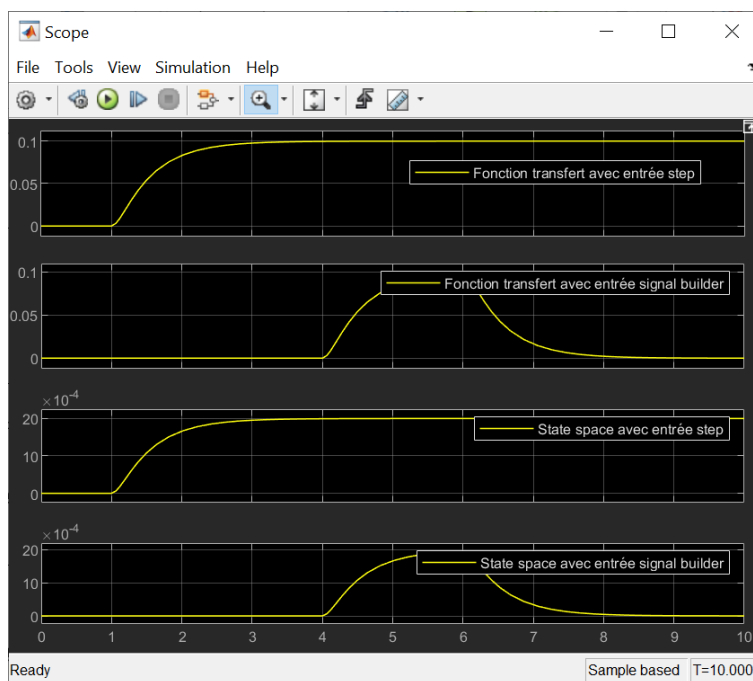


Figure 20: Graphique de l'oscilloscope

- La figure suivante nous permettra de mieux visualiser la différence de dimension que procurent les deux méthodes

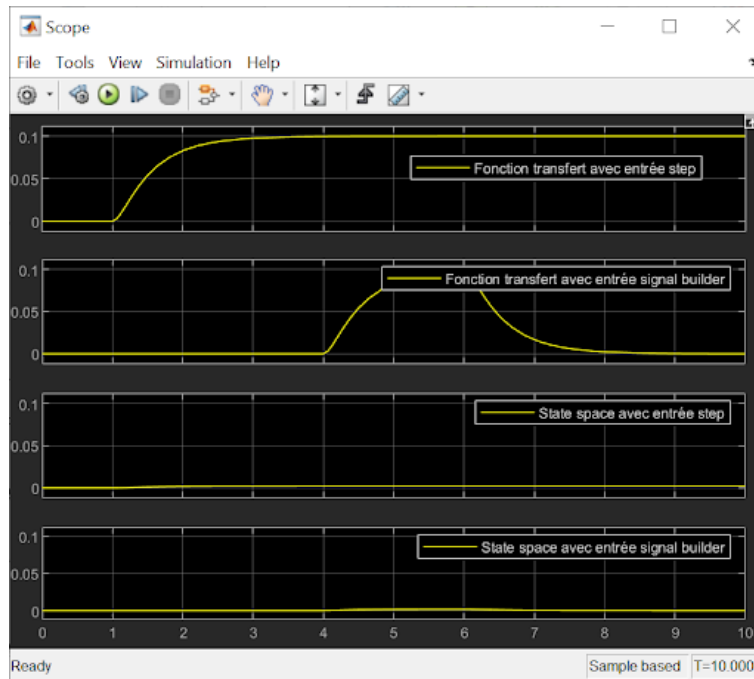


Figure 21: Graphique de l'oscilloscope

- Les résultats obtenus avec le bloc DC motor le modèle simscapes

DC motor le modèle simscape

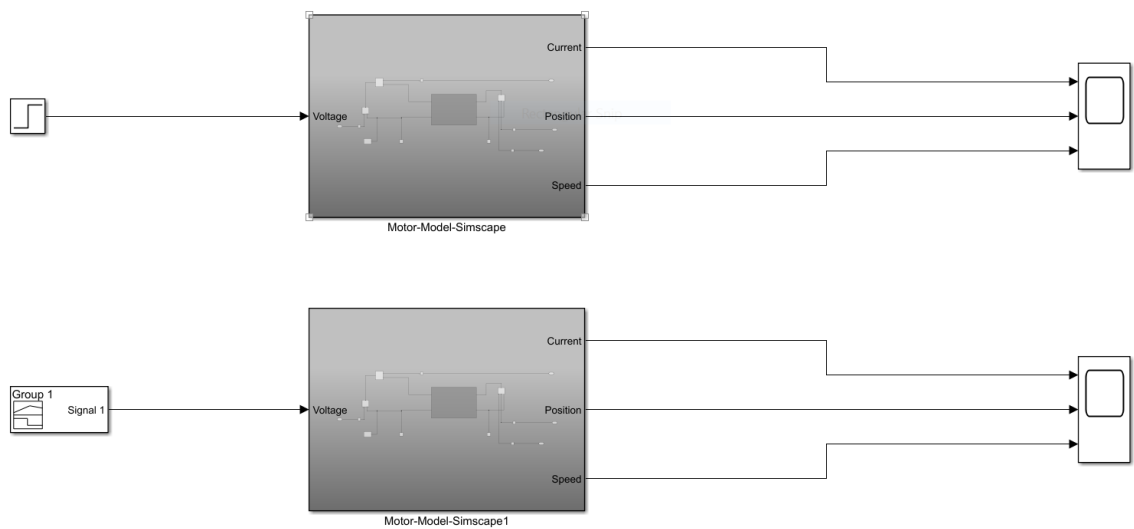


Figure 22: DC motor, modèle Simscapes

- On trouve le résultat suivant a la sortie de l'oscilloscope pour une entrée Step

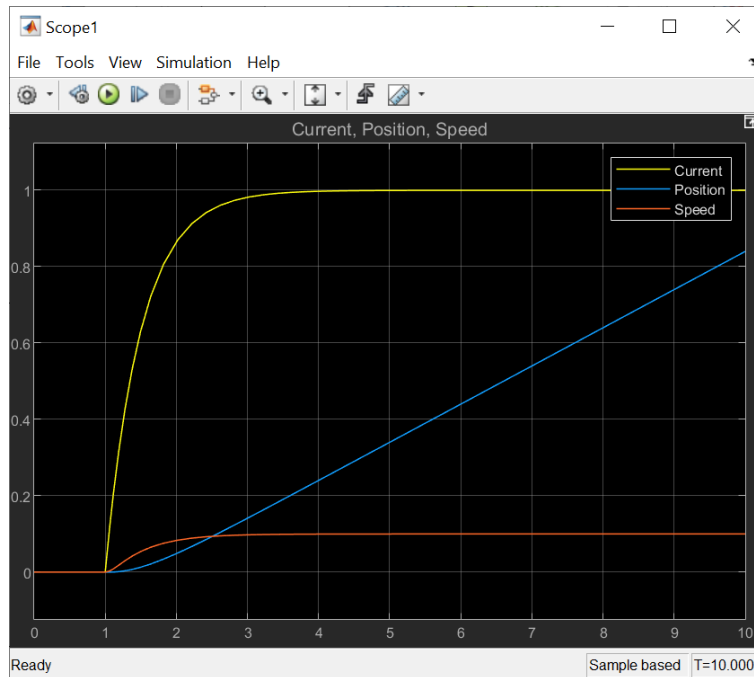


Figure 23: Graphique de l'oscilloscope (1)

- On trouve le résultat suivant a la sortie de l'oscilloscope pour une entrée Signal builder

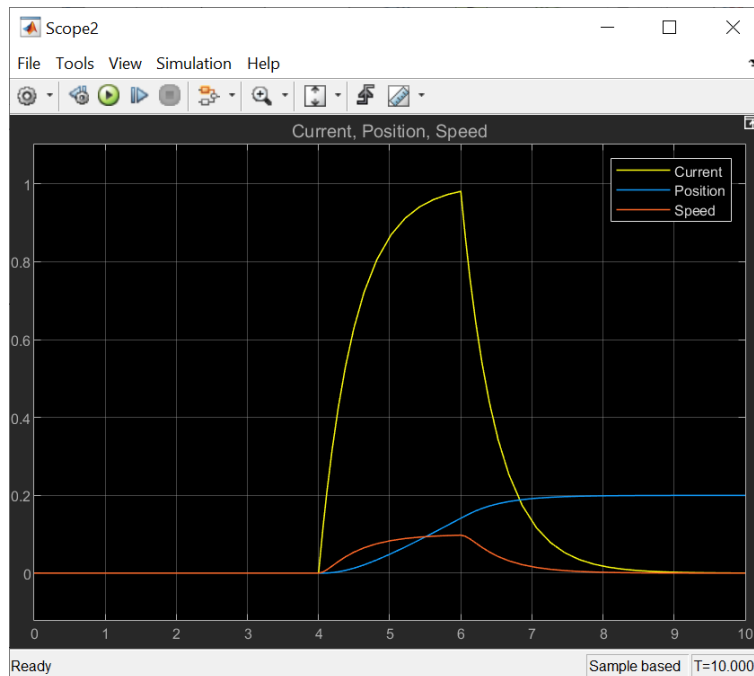


Figure 24: Graphique de l'oscilloscope ()

On peut remarquer qu'on a le même résultat pour la sortie Current que celui de la fonction transfert et state space mais avec des valeurs d'ordonnées qu'ils sont différents.

3 Conclusion:

Simscape est un outil très pratique qui permet de modéliser des modèles multi domaines complexes exemple: électriques, mécaniques, mécatroniques, électroniques, cela procure d'une part une schématisation claire du problème et d'autre part il est facile à manipuler sans entrer dans les engrenages de la résolution des équations mathématiques donc un outil très utile et flexible pour un ingénieur, Ainsi grâce à ce Tp nous avons eu la chance de construire une modélisation électronique grâce à Simscape et d'avoir une bonne initiation à travers le modèle MCC.