Introduction à Dynare

Ce corrigé est largement inspiré des éléments de correction fournis par les professeurs responsables du cours. Pour toute remarque, contacter `assistant-macro@ensae.fr`

Préambule

Dynare peut-être téléchargé sur `http://www.dynare.org`. N'oubliez pas que toutes les fonctions sont documentées en détail dans le manuel d'utilisation `http://www.dynare.org/manual/`. Un tutoriel pour le modèle RBC est aussi téléchargeable ici : `http://www.dynare.org/documentation-and-support/tutorial`.

Le modèle RBC

On rappelle les équations non linéaires du modèle (contrairement au TD1, on appellera r_t le coût du capital et non le taux d'intérêt réel) :

$$\begin{aligned}
\frac{1}{c_t} &= \beta \mathrm{E}_t\left[\frac{r_t+1-\delta}{c_{t+1}}\right] \\
w_t &= \chi \frac{c_t}{(1-n_t)^\eta} \\
k_t &= (1-\delta)k_{t-1} + i_t \\
y_t &= a_t k_t^\alpha n_t^{1-\alpha} \\
\log a_t &= \rho a_{t-1} + \varepsilon_t \\
w_t &= (1-\alpha)\frac{y_t}{n_t} \\
r_t &= \alpha \frac{y_t}{k_{t-1}} \\
y_t &= c_t + i_t
\end{aligned}$$

Ainsi que l'état stationnaire du modèle :

$$\begin{aligned}
a &= 1 \\
r &= \frac{1}{\beta} + 1 - \delta \\
\chi &= (1-\alpha)\frac{(1-n)^\eta}{n}\frac{r}{r-\delta\alpha} \\
k &= \left(\frac{\alpha}{r}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}} n \\
y &= k^\alpha n^{1-\alpha} \\
w &= (1-\alpha)\frac{y}{n} \\
i &= \delta k \\
c &= y - i
\end{aligned}$$

1. Écrire le modfile
   Remarque : Dans cet énoncé, les ... dans les parties de code Dynare indiquent des portions tronquées pour un affichage ergonomique du texte et ne sont à pas écrire dans le code comme tels.
   a. Déclarer les variables endogène (`var ... ;`), exogènes (`varexo ... ;`) et les paramètres (`parameters ... ;`)

La seule variable exogène est ε_t, c'est-à-dire les chocs de productivité. Les autres variables $X_t = \{c_t, n_t, y_t, R_t, w_t, k_t, i_t, a_t\}$ dépendent du modèle et sont donc les variables endogènes. On commence donc le modfile par :

```
var c n y r w k i a;
varexo epsilon;
parameters bet del alp khi eta rho;
```

Remarque : L'ordre des variables importe peu mais définira leur indexation.

b. Attribuer les valeurs numériques suivantes aux paramètres :

$$\beta = 1.02 \qquad \alpha = 0.33 \qquad \delta = 0.025 \qquad \rho = 0.95 \qquad \eta = 1$$

χ est étalonné de façon à avoir $n = 0.33$.

χ représente dans la fonction d'utilité le poids accordé à l'utilité du loisir et, contrairement aux autres paramètres,est difficilement mesurable dans la réalité. Toutefois dans le modèle il s'exprime en fonction des autres paramètres et des variables, on peut donc calibrer sa valeur. En particulier, on va fixer la valeur de la proportion du temps disponible accordé au travail n à 0.33 à l'état stationnaire. On exprime alors χ en fonction de n :

$$\chi = (1-\alpha)\frac{(1-n)^\eta}{n}\frac{1/\beta + 1 - \delta}{1/\beta + 1 - \delta - \delta\alpha}$$

Dans le modfile, pour fixer cette valeur on crée un parametre n (que l'on codera `nss`). Il faut donc modifier la ligne `parameters ... ;`, avant de fixer la valeur des paramètres :

```
...
parameters bet del alp khi eta rho nss ;
bet=1.02;
alp=0.33;
del=0.025;
rho=0.95;
eta=1;
nss=0.33;
khi=(1-alp)*(1-nss)^eta/nss*(1/bet+1-del)/(1/bet+1-del-del*alp);
```

c. Saisir les équations du modèle : `model; ... end;`

On écrit le modèle de sorte que seules les variables anticipées (c_t et r_t) soient indexées au futur pour que Dynare les détecte.

```
...
model;
1/c=bet*(r(1)+1-del)/c(1);
w=khi*c/(1-n)^eta;
k=(1-del)*k(-1)+i;
y=a*k(-1)^alp*n^(1-alp);
log(a)=rho*log(a(-1))+epsilon;
w=(1-alp)*y/n;
r=alp*y/k(-1);
```

```
y=c+i;
end;
```

Remarque : L'ordre des équations importe peu mais définira leur indexation.

d. Vérifier la syntaxe en lançant Dynare (en supposant que le fichier .mod soit appelé "rbc.mod") : `dynare rbc` dans Matlab/Octave (et non dans le fichier .mod !).

S'il n'y a pas de message d'erreur, le modèle est écrit sans faute de syntaxe.

e. Définir l'état stationnaire : `steady_state_model; ... end;`

Etant donné qu'on a calibré χ en fixant la valeur du temps travaillé à l'état stationnaire, l'équation des heures travaillées a déjà été codée dans la valeur du paramètre χ. Il faut donc substituer à cette équation à l'état stationnaire la valeur du temps travaillé que l'on a fixé, soit $n = 0.33$.

Attention : On code l'état stationnaire en écrivant la valeur prise par les variables endogènes à l'état stationnaire, à la manière d'un codage de paramètres. La lecture par Dynare étant ligne par ligne, l'ordre est important (il faut avoir défini la valeur d'un paramètre avant de l'appeler par une autre ligne).

```
...
steady_state_model;
a=1;
r=1/bet+1-del;
n=nss;
k=(alp/r)^(1/(1-alp))*n;
y=k^alp*n^(1-alp);
w=(1-alp)*y/n;
i=del*k;
c=y-i;
end;
```

f. Déclarer la volatilité du choc ε à 0.009 : `shock; var ...; stderr ...; end;`

```
...
shocks;
var epsilon;
stderr 0.009;
end;
```

2. Afficher les résidus du modèle statique : `resid;`. Que remarquez-vous ? corriger votre modfile.

La command `resid;` calcule les résidus du modèle statique, c'est-à-dire si toutes les équations du modèle s'annulent bien en y remplaçant les variables par leur valeur à l'état stationnaire. En lançant le modfile, on obtient :

```
Residuals of the static equations:

Equation number 1 : -14.5395
Equation number 2 : 0
Equation number 3 : 0
Equation number 4 : 0
Equation number 5 : 0
Equation number 6 : 0
Equation number 7 : 0
Equation number 8 : 0
```

On a donc un problème avec la première équation du modèle que l'on a codée, c'est à dire l'équation d'Euler. Il y a donc une erreur dans l'état stationnaire que l'on a défini, et on remarque en effet qu'à l'état stationnaire, elle donne

$$r = \frac{1}{\beta} - 1 + \delta$$

et non ce qui est écrit dans l'énoncé. Il faut donc corriger l'état stationnaire dans le bloc `steady_state_model; ... end;`, de même que toutes les lignes où l'on s'est servi de cette erreur volontaire d'énoncé pour les construire, ici la calibration de χ qui devient désormais :

$$\chi = (1-\alpha)\frac{(1-n)^{\eta}}{n}\frac{1/\beta - 1 + \delta}{1/\beta - 1 + \delta - \delta\alpha}$$

qu'il faut considérer dans la fixation de la valeur des paramètres.

```
...
khi=(1-alp)*(1-nss)^eta/nss*(1/bet+1-del)/(1/bet+1-del-del*alp);
...
steady_state_model;
...
r=1/bet-1+del;
...
end;
...
```

On obtient alors :

```
Residuals of the static equations:

Equation number 1 : 0
Equation number 2 : 0
Equation number 3 : 0
Equation number 4 : 0
Equation number 5 : 0
Equation number 6 : 0
Equation number 7 : 0
Equation number 8 : 0
```

L'état stationnaire est donc bien spécifié.

3. Vérifier les conditions de Blanchard et Kahn (`check;`). Trouver et corriger l'erreur.

Les conditions de Blanchard et Kahn qui garantissent l'existance d'une solution unique et stable au modèle sont que la matrice d'état A de la représentation à espace d'état $Y_t = AY_{t-1} + BU_t$ du modèle doit avoir exactement autant de valeurs propres de module strictement supérieure à 1 que le modèle n'a de variables anticipées (soit deux ici : c_t et r_t). En ajoutant

```
...
check;
```

on obtient :

```
EIGENVALUES:
         Modulus             Real        Imaginary

            0.95             0.95                0
          0.9839           0.9839                0
          0.9964           0.9964                0
       6.381e+20        6.381e+20                0


There are 1 eigenvalue(s) larger than 1 in modulus
for 2 forward-looking variable(s)

The rank condition ISN'T verified!
```

Le modèle a une seule valeur propre de modèle supérieure à 1. Il n'y a donc pas de solution unique et stable au modèle. On remarque que la valeur du facteur d'escompte $\beta = 1.02$ est supérieure à 1, c'est-à-dire que les ménages préfèrent consommer dans le futur plutôt que dans le présent. La fonction d'utilité devient donc explosive et n'a pas de limite finie, ce qui pose un problème dans la résolution du modèle. On fixe donc une valeur strictement comprise entre 0 et 1, par exemple $\beta = 0.985$ pour rester proche de la littérature.

```
...
bet=.985;
...
```

La vérification des conditions de Blanchard-Kahn donne :

```
EIGENVALUES:
         Modulus             Real        Imaginary

          0.9419           0.9419                0
            0.95             0.95                0
           1.078            1.078                0
       3.818e+18        3.818e+18                0


There are 2 eigenvalue(s) larger than 1 in modulus
for 2 forward-looking variable(s)

The rank condition is verified.
```

Le modèle a donc une solution stable et unique.

4. Simulations du modèle :

   a. Effectuer une simulation stochastique de 1000 périodes avec le modèle approximé à l'ordre 1 (`stoch_simul(order=1,periods=1000);`) et décrire les résultats affichés par Dynare. Grapher la série du PIB simulée.

On souhaite que Dynare effectue une approximation log-linéaire du modèle plutôt qu'une approximation linéaire, pour qu'ensuite tous les résultats soient sur les variables en logarithme. Cela nous permettra de comparer nos résultats avec les moments calculés dans la littérature économique.

```
...
options_.loglinear=1;
stoch_simul(order=1,periods=1000);
```

Les résultats sont rapportés en annexe A. On y trouve :

— `MODEL SUMMARY` : un résumé des variables du modèle

— `MATRIX OF COVARIANCE OF EXOGENOUS SHOCKS` : la variance empirique des chocs exogènes ε, ici simulés

— `POLICY AND TRANSITION FUNCTIONS` : les matrices de la solution $X_t = A + B\begin{pmatrix}k_{t-1}\\ a_{t-1}\end{pmatrix} + C\varepsilon_t$ comme fonction des variables d'état et exogènes

— `MOMENTS OF SIMULATED VARIABLES` : différents moments calculés sur les variables X_t simulées

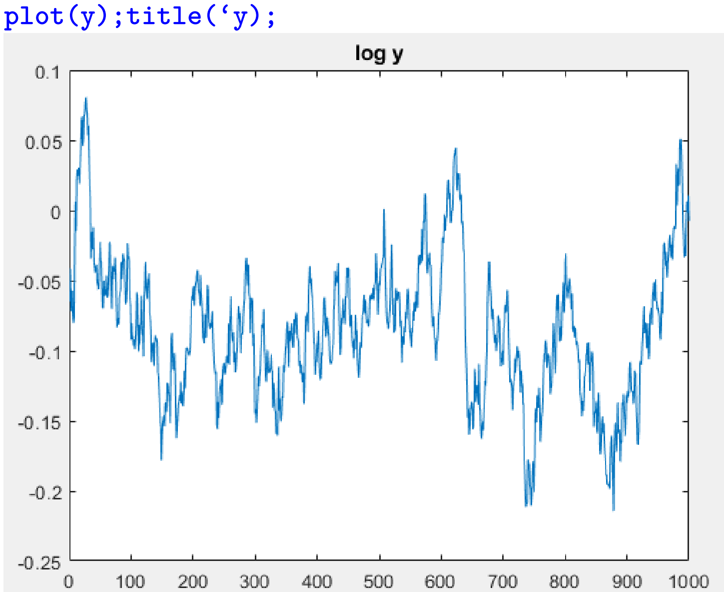
— `CORRELATION OF SIMULATED VARIABLES` : la matrice de corrélation des variables X_t simulées

— `AUTOCORRELATION OF SIMULATED VARIABLES` : des autocorrélations de chaque variable de X_t simulée

— les fonctions de réponse à impulsions (IRF), par défaut sur une période de longueur 40.

La représentation de la série du logarithme du PIB y simulée donne :
(soit à la suite du modfile et il faut donc le relancer, soit directement dans Matlab)

```
figure
plot(y);title('y);
```



b. Effectuer une simulation stochastique de 1000 périodes avec le modèle approximé à l'ordre 2 (stoch_simul(order=2,periods=1000);) et décrire les résultats affichés par Dynare. Comment se matérialise l'épargne de précaution ?

Sur Dynare, l'approximation log-linéaire n'est possible qu'à l'ordre 1. Il faut donc supprimer la ligne options_.loglinear=1 ou la mettre en commentaire (en la précédant par % ou \\). Construisons par ailleurs les IRFs jusqu'à 150 pour avoir plus de visibilité sur le retour à l'état régulier.

```
...
%options_.loglinear=1;
%stoch_simul(order=1,periods=1000);
stoch_simul(order=2,irf=150,periods=1000);
```

Les résultats sont rapportés en annexe B. Ils sont similaires au cas précédent, sauf pour la solution du modèle, qui cette fois correspond à celle du modèle approximé linéairement au second ordre.

Les IRFs montrent que la réaction optimale à un choc de productivité positif est d'augmenter l'investissement et l'offre de travail suite à l'augmentation des productivités marginales des facteurs (comme la productivité totale des facteurs augmente). En particulier l'investissement, provoquant l'augmentation du stock de capital, diminue la productivité marginale de ce dernier, et donc à l'optimum des entreprises sa rémunération au cours du temps à partir de la seconde période. On remarque en plus qu'il est même optimal de surinvestir de telle sorte que le stock de capital augmente de manière à ce que la rémunération du capital diminue jusqu'à un niveau inférieur à l'état régulier, et qu'au moment où les ménages voudront désinvestir et diminuer leur offre de travail pour s'adapter au retour des productivités marginales des facteurs à leur niveau régulier, leur revenu sera suffisamment élevé pour maintenir un niveau de consommation élevée.

c. Simuler les fonctions de réponses à des impulsions (*impulse response functions* ou IRF) sur 30 périodes sans faire de simulation stochastique (stoch_simul(irf=30);). Décrire les résultats affichés par Dynare et commenter les IRFs.

```
%stoch_simul(order=2,irf=150,periods=1000);
stoch_simul(irf=30);
```

Les résultats sont rapportés en annese C. Les matrices de la solution du modèle et les IRFs sont les mêmes que dans le cas précédent. En effet, par défaut, Dynare effectue une approximation linéaire à l'ordre 2, et les IRFs ne dépendent pas des simulations mais que de la solution du modèle. Les moments calculés sont par contre des approximations des moments théoriques (comme il n'y a de données simulées à partir desquelles calculer des moments empiriques).

Les IRFs décrivent la réaction de l'économie à un choc positif de productivité ε. Globalement, comme les variables retournent à leur état régulier à long terme, les effets du choc sont transitoire. Plus précisément (on interprète les IRFs comme des écarts à leur niveau à l'état régulier) :

— La productivité totale des facteurs augmente a, ce qui augmente les productivités marginales des facteurs, donc leur rémunération r et w. Les ménages augmentent leur offre de travail n et leur investissement i, ce qui augmente au moment du choc l'utilisation du facteur travail n et donc la production y et la consommation c.

— A partir de la seconde période, le stock de capital k augmente, ce qui diminue sa productivité marginale et sa rémunération r, tandis que la diminution progressive de a vers son niveau à l'état régulier fait diminuer les productivités marginales des facteurs. En conséquence, r diminue fortement reste supérieur à son niveau stationnaire pendant plusieurs périodes, et donc l'investissement suit la même trajectoire. Le stock de capital augmente de moins en moins mais reste croissant, jusqu'à ce que sa rémunération est tellement basse que les ménages ont une période de désinvestissement avant le retour au niveau stationnaire.

— La diminution de a diminue la productivité marginale des facteurs et a un effet négatif sur w, mais les ménages diminuent tellement leur offre de travail qu'il y une courte période d'augmentation de w avant que le premier effet ne domine et que le salaire diminue progressivement vers son niveau stationnaire.

— La combinaison des effets sur k, n, r, w i donne la forme de la réaction du niveau de consommation c que l'on voit majoritairement dépendante de celle de k ($c_t = w_t n_t + r_t k_{t-1} - i_t$).

— La forme de i, n et r est interprétable comme une épargne de précaution (cf question précédente).

— Enfin, la production y diminue progressivement vers son niveau à l'état régulier, ce qui implique que l'effet de la diminution de a et n dominent celui de l'augmentation de k.

d. Comparer les principaux moments du modèle avec les faits stylisés du cycle économique aux États-Unis.

Reprenons les moments calculés sur les données américaines de 1953 à 1996 (Table 1) par King & Rebelo (2000) à partir des données de Stock & Watson (1998) (même tableau que celui reporté dans le cours de F. Malherbet ch3 slide 26).

Table 1
Business Cycle Statistics for the U.S. Economy

	Standard Deviation	Relative Standard Deviation	First Order Auto-correlation	Contemporaneous Correlation with Output
Y	1.81	1.00	0.84	1.00
C	1.35	0.74	0.80	0.88
I	5.30	2.93	0.87	0.80
N	1.79	0.99	0.88	0.88
Y/N	1.02	0.56	0.74	0.55
w	0.68	0.38	0.66	0.12
r	0.30	0.16	0.60	-0.35
A	0.98	0.54	0.74	0.78

Ces moments étant calculés sur les variables en logarithme, on recalcule les mêmes à partir du cas de la question 4a **sur Matlab** :

```
dynare rbc
names=['y ';'c ';'i ';'n ';'y/n';'w ';'r ';'a '];
data=[y c i n y-n w r a];
varcov=cov(data);
```

```
stderr=sqrt(diag(varcov));
std_stdy=stderr/stderr(1);
autocor=nan(8,1);
cory_i=nan(8,1);
for id=1:8
autocov=cov(data(2:1000,id),data(1:999,id))
autocor(id)=autocov(1,2)/autocov(2,2)
cory_i(id)=varcov(id,1)/sqrt(varcov(id,id)*varcov(1,1))
end;
space=[' ';' ';' ';' ';' ';' ';' ';' '];
head=[' ' ' ' 'sd' ' ' 'sdy' ' ' 'ac1' ' ' 'acy'];
disp(head)
disp([names, space, num2str(round(stderr,2)), space,...
num2str(round(std_stdy,2)),space, num2str(round(autocor,2)),...
space, num2str(round(cory_i,2))])
```

On obtient alors :

	sd	sdy	ac1	acy
y	0.05	1	0.97	1
c	0.04	0.77	1	0.92
i	0.12	2.43	0.92	0.88
n	0.01	0.28	0.9	0.7
y/n	0.04	0.83	0.99	0.97
w	0.04	0.83	0.99	0.97
r	0.03	0.63	0.91	0.3
a	0.03	0.6	0.96	0.99

Pour ne pas avoir de problème d'unité de mesure, intéressons nous seulement aux volatilités relatives (colonne 2), aux autocorrélations (colonne 3) et aux corrélations avec le PIB (colonne 4).

— Le modèle arrive à reproduire la volatilité relative de i par rapport à y, la corrélation contenmporaine de c, y/n et w avec y.

— La volatilité relative par rapport à y est surestimée pour c, y/n, w et r (très fortement pour cette dernière) et sous-estimée pour n.

— Les autocorrélations à l'ordre 1 sont globalement surestimées (d'environ 20 points de pourcentage).

— Les corrélations temporaines avec y de u, n et r sont surestimées (aussi très fortement pour r).

5. Décrire les principaux champs des structures `oo_` et `M_` produites par Dynare.

Des exemples sont montrés en annexe D. `M_` contient toute la paramétrisation du modèle, tandis que `oo_` contient les résultats calculés.

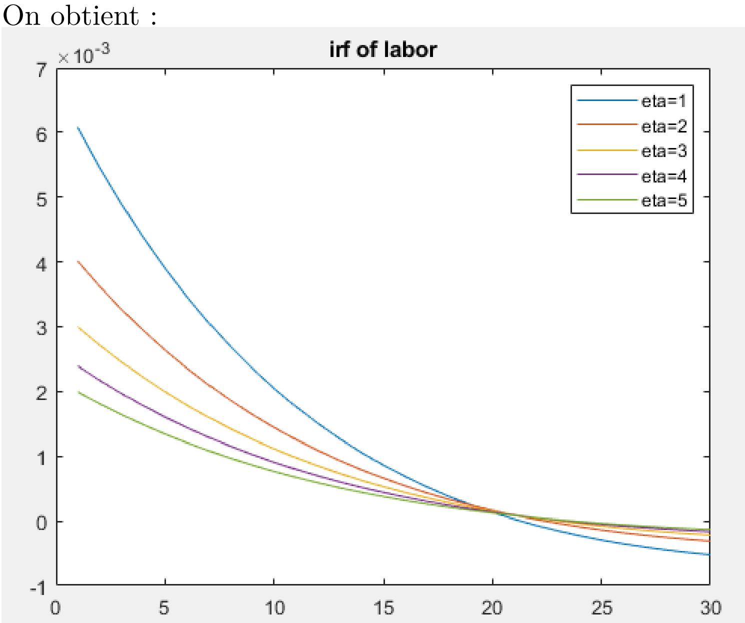
6. Comparer sur un graphique les réponses impulsionnelles du travail à un choc de productivité pour $\eta = 1, 2, 3, 4, 5$. Commenter.

```
...
%stoch_simul(irf=30);

M=nan(5,30);
for et=1:5
```

```
eta=et;
khi=(1-alp)*(1-nss)^eta/nss*(1/bet-1+del)/(1/bet-1+del-del*alp);
stoch_simul(order=1,irf=30);
M(et,:)=oo_.irfs.n_epsilon;
end
close all
figure
plot(M')
legend('eta=1','eta=2','eta=3','eta=4','eta=5')
title('irf of labor')
```

On obtient :



η représente l'inverse de l'élasticité de Frisch, c'est-à-dire de la réponse en pourcentage de l'offre de travail à une augmentation de un pourcent du niveau des salaires, à élasticité de la richesse constante. Donc plus η est élevée, moins les ménages augmentent leur offre de travail suite à une augmentation des salaires dans ce modèle. On observe en effet que la pente de l'IRF de n est moins élevée plus on augmente η.

A `stoch_simul(order=1,periods=1000)` (données en logarithme)

MODEL SUMMARY

Number of variables:	8
Number of stochastic shocks:	1
Number of state variables:	2
Number of jumpers:	2
Number of static variables:	4

MATRIX OF COVARIANCE OF EXOGENOUS SHOCKS

Variables	epsilon
epsilon	0.000081

POLICY AND TRANSITION FUNCTIONS

	k	i	y	a
Constant	2.032410	-1.656469	-0.072109	0
k(-1)	0.941906	-1.323760	0.158356	0
a(-1)	0.127265	5.090606	1.379754	0.950000
epsilon	0.133963	5.358532	1.452373	1.000000

n	c	r	w
-1.108663	-0.301621	-3.213181	0.636076
-0.256185	0.540722	-0.841644	0.414541
0.641424	0.422405	1.379754	0.738330
0.675183	0.444637	1.452373	0.777190

MOMENTS OF SIMULATED VARIABLES

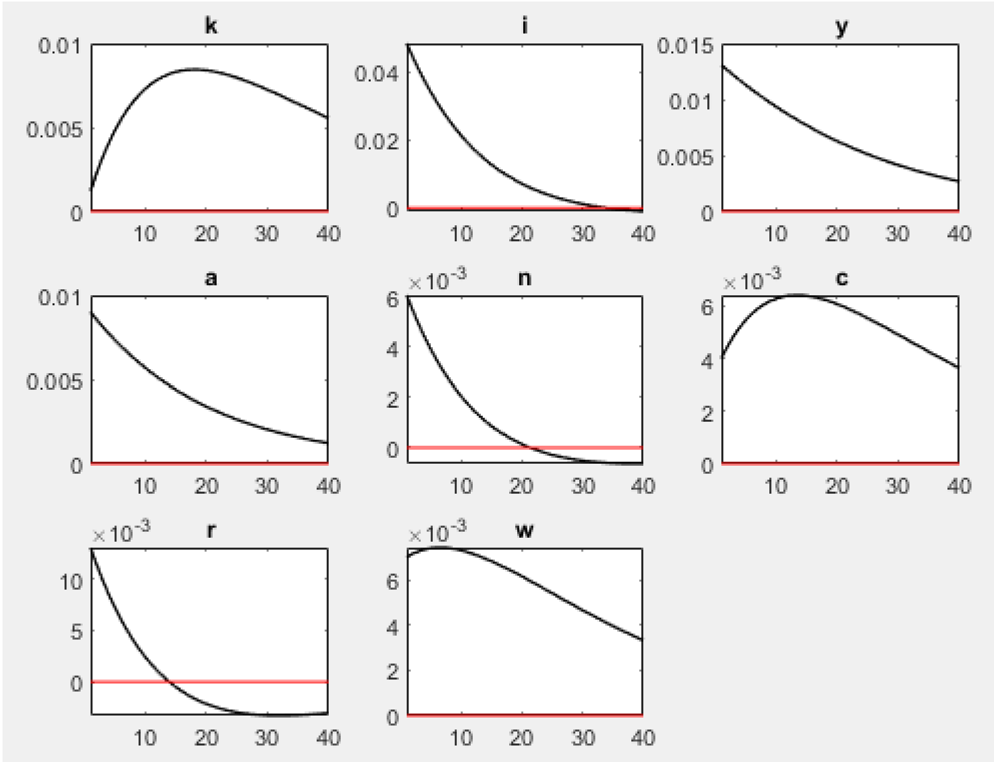
VARIABLE	MEAN	STD. DEV.	VARIANCE	SKEWNESS	KURTOSIS
k	2.008045	0.045975	0.002114	0.222971	0.422418
i	-1.678162	0.116598	0.013595	-0.129628	0.163671
y	-0.090624	0.046612	0.002173	0.222042	0.328065
a	-0.010084	0.028336	0.000803	0.170511	0.259799
n	-1.109212	0.013546	0.000183	-0.388725	0.437047
c	-0.319316	0.034915	0.001219	0.254919	0.439280
r	-3.207263	0.030297	0.000918	-0.589433	1.183259
w	0.618111	0.037992	0.001443	0.267258	0.431097

CORRELATION OF SIMULATED VARIABLES

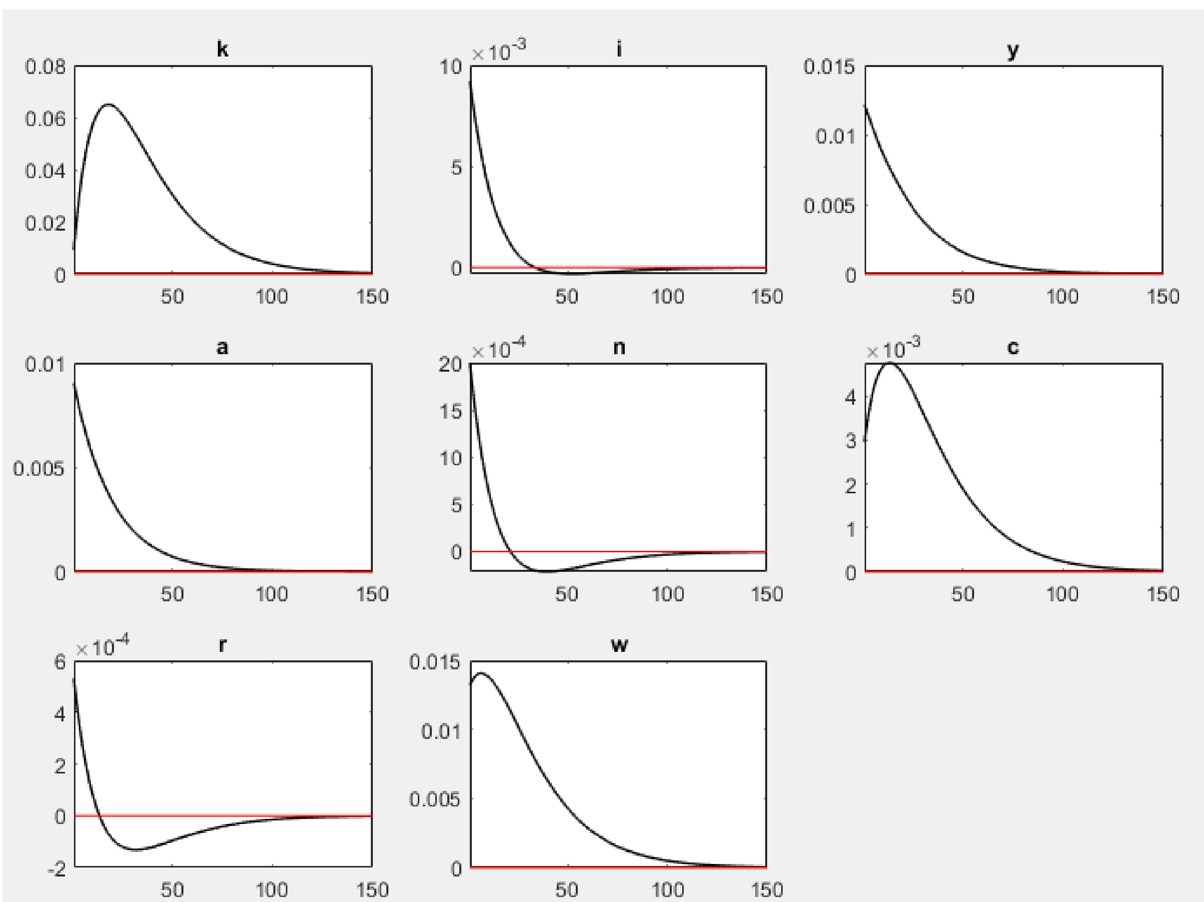
VARIABLE	k	i	y	a	n	c	r	w
k	1.0000	0.4602	0.8199	0.7525	0.1971	0.9805	-0.2495	0.9357
i	0.4602	1.0000	0.8856	0.9310	0.9611	0.6257	0.7449	0.7439
y	0.8199	0.8856	1.0000	0.9940	0.7228	0.9164	0.3498	0.9692
a	0.7525	0.9310	0.9940	1.0000	0.7940	0.8673	0.4500	0.9365
n	0.1971	0.9611	0.7228	0.7940	1.0000	0.3859	0.9002	0.5303
c	0.9805	0.6257	0.9164	0.8673	0.3859	1.0000	-0.0543	0.9868
r	-0.2495	0.7449	0.3498	0.4500	0.9002	-0.0543	1.0000	0.1082
w	0.9357	0.7439	0.9692	0.9365	0.5303	0.9868	0.1082	1.0000

AUTOCORRELATION OF SIMULATED VARIABLES

VARIABLE	1	2	3	4	5
k	0.9972	0.9926	0.9852	0.9755	0.9637
i	0.9134	0.8278	0.7416	0.6680	0.6052
y	0.9607	0.9207	0.8789	0.8413	0.8073
a	0.9496	0.8989	0.8467	0.8006	0.7597
n	0.8965	0.7947	0.6928	0.6065	0.5335
c	0.9921	0.9826	0.9705	0.9570	0.9422
r	0.9010	0.8034	0.7055	0.6225	0.5521
w	0.9824	0.9635	0.9423	0.9215	0.9008



B stoch_simul(order=2,periods=1000)



POLICY AND TRANSITION FUNCTIONS

	k	i	y	a
Constant	7.632509	0.190860	0.930455	1.000000
(correction)	0.000049	0.000049	0.000025	0
k(-1)	0.941906	-0.033094	0.019304	0
a(-1)	0.971346	0.971346	1.283764	0.950000
epsilon	1.022470	1.022470	1.351331	1.000000
k(-1),k(-1)	-0.000495	-0.000495	-0.001729	0
a(-1),k(-1)	0.036912	0.036912	0.048962	0
a(-1),a(-1)	0.118231	0.118231	0.077959	-0.023750
epsilon,epsilon	0.669146	0.669146	0.797608	0.500000
k(-1),epsilon	0.038855	0.038855	0.051539	0
a(-1),epsilon	1.271377	1.271377	1.515455	0.950000

n	c	r	w
0.330013	0.739594	0.040229	1.889030
0.000013	-0.000024	0.000001	-0.000025
-0.011077	0.052398	-0.004436	0.102600
0.211670	0.312418	0.055505	1.394746
0.222810	0.328861	0.058427	1.468153
0.000560	-0.001234	0.000506	-0.003270
0.004715	0.012050	-0.005155	0.053425
-0.125718	-0.040272	0.003371	-0.016683
-0.022031	0.128462	0.034486	0.754227
0.004963	0.012684	-0.005427	0.056237
-0.041859	0.244078	0.065523	1.433031

MOMENTS OF SIMULATED VARIABLES

VARIABLE	MEAN	STD. DEV.	VARIANCE	SKEWNESS	KURTOSIS
k	7.461816	0.344823	0.118903	0.387189	0.597026
i	0.187086	0.021956	0.000482	0.018370	0.259250
y	0.914439	0.042841	0.001835	0.380774	0.472184
a	0.990377	0.028121	0.000791	0.265541	0.325701
n	0.329772	0.004472	0.000020	-0.415088	0.517021
c	0.727354	0.025496	0.000650	0.374576	0.564023
r	0.040460	0.001215	0.000001	-0.507763	0.954968
w	1.857353	0.070883	0.005024	0.401707	0.569472

CORRELATION OF SIMULATED VARIABLES

VARIABLE	k	i	y	a	n	c	r	w
k	1.0000	0.4627	0.8206	0.7535	0.1962	0.9804	-0.2466	0.9357
i	0.4627	1.0000	0.8863	0.9312	0.9593	0.6281	0.7438	0.7455
y	0.8206	0.8863	1.0000	0.9940	0.7210	0.9170	0.3507	0.9694
a	0.7535	0.9312	0.9940	1.0000	0.7923	0.8683	0.4506	0.9369
n	0.1962	0.9593	0.7210	0.7923	1.0000	0.3854	0.9014	0.5292
c	0.9804	0.6281	0.9170	0.8683	0.3854	1.0000	-0.0512	0.9869
r	-0.2466	0.7438	0.3507	0.4506	0.9014	-0.0512	1.0000	0.1105
w	0.9357	0.7455	0.9694	0.9369	0.5292	0.9869	0.1105	1.0000

AUTOCORRELATION OF SIMULATED VARIABLES

VARIABLE	1	2	3	4	5
k	0.9972	0.9925	0.9851	0.9753	0.9634
i	0.9143	0.8295	0.7440	0.6697	0.6061
y	0.9611	0.9215	0.8800	0.8421	0.8077
a	0.9498	0.8993	0.8474	0.8011	0.7600
n	0.8970	0.7957	0.6941	0.6079	0.5349
c	0.9921	0.9826	0.9705	0.9569	0.9420
r	0.8994	0.8006	0.7022	0.6192	0.5488
w	0.9826	0.9638	0.9426	0.9216	0.9008

C stoch_simul(irf=30)

POLICY AND TRANSITION FUNCTIONS

	k	i	y	a	n	c	r	w
Constant	7.632509	0.190860	0.930455	1.000000	0.330013	0.739594	0.040229	1.889030
(correction)	0.000049	0.000049	0.000025	0	0.000013	-0.000024	0.000001	-0.000025
k(-1)	0.941906	-0.033094	0.019304	0	-0.011077	0.052398	-0.004436	0.102600
a(-1)	0.971346	0.971346	1.283764	0.950000	0.211670	0.312418	0.055505	1.394746
epsilon	1.022470	1.022470	1.351331	1.000000	0.222810	0.328861	0.058427	1.468153
k(-1),k(-1)	-0.000495	-0.000495	-0.001729	0	0.000560	-0.001234	0.000506	-0.003270
a(-1),k(-1)	0.036912	0.036912	0.048962	0	0.004715	0.012050	-0.005155	0.053425
a(-1),a(-1)	0.118231	0.118231	0.077959	-0.023750	-0.125718	-0.040272	0.003371	-0.016683
epsilon,epsilon	0.669146	0.669146	0.797608	0.500000	-0.022031	0.128462	0.034486	0.754227
k(-1),epsilon	0.038855	0.038855	0.051539	0	0.004963	0.012684	-0.005427	0.056237
a(-1),epsilon	1.271377	1.271377	1.515455	0.950000	-0.041859	0.244078	0.065523	1.433031

APPROXIMATED THEORETICAL MOMENTS

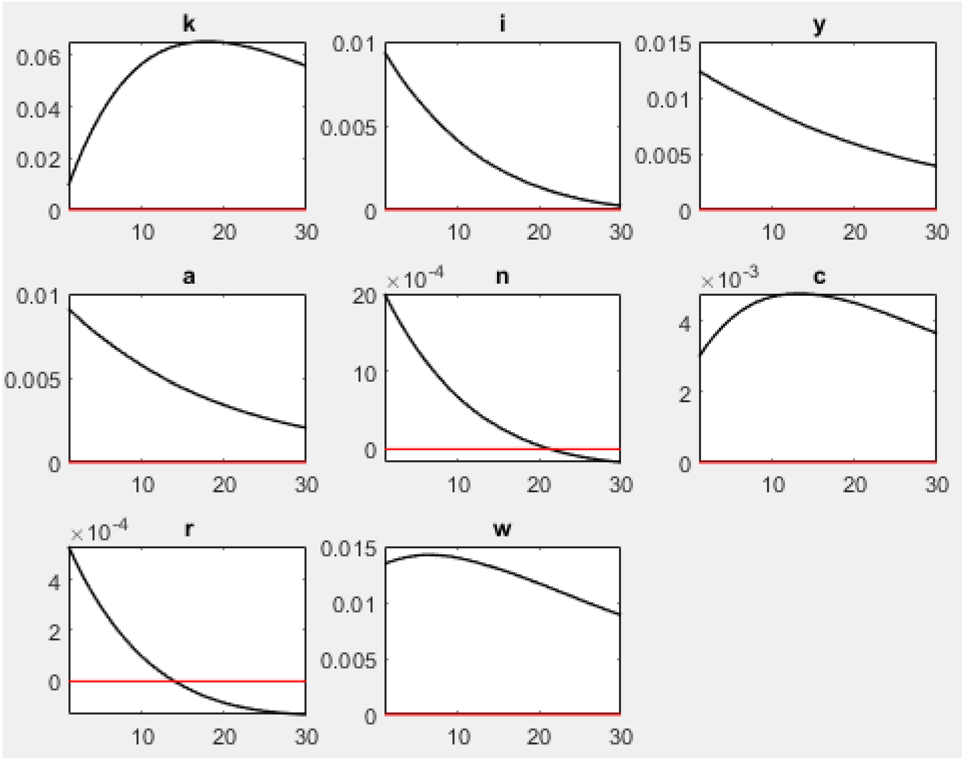
VARIABLE	MEAN	STD. DEV.	VARIANCE
k	7.6468	0.3724	0.1387
i	0.1912	0.0224	0.0005
y	0.9316	0.0444	0.0020
a	1.0004	0.0288	0.0008
n	0.3300	0.0045	0.0000
c	0.7404	0.0271	0.0007
r	0.0402	0.0013	0.0000
w	1.8911	0.0746	0.0056

APPROXIMATED MATRIX OF CORRELATIONS

Variables	k	i	y	a	n	c	r	w
k	1.0000	0.4407	0.8221	0.7523	0.1579	0.9817	-0.3035	0.9384
i	0.4407	1.0000	0.8733	0.9229	0.9560	0.6036	0.7216	0.7237
y	0.8221	0.8733	1.0000	0.9936	0.6920	0.9155	0.2929	0.9682
a	0.7523	0.9229	0.9936	1.0000	0.7693	0.8641	0.3994	0.9336
n	0.1579	0.9560	0.6920	0.7693	1.0000	0.3431	0.8930	0.4893
c	0.9817	0.6036	0.9155	0.8641	0.3431	1.0000	-0.1164	0.9871
r	-0.3035	0.7216	0.2929	0.3994	0.8930	-0.1164	1.0000	0.0443
w	0.9384	0.7237	0.9682	0.9336	0.4893	0.9871	0.0443	1.0000

APPROXIMATED COEFFICIENTS OF AUTOCORRELATION

Order	1	2	3	4	5
k	0.9985	0.9942	0.9875	0.9786	0.9678
i	0.9115	0.8297	0.7541	0.6843	0.6198
y	0.9617	0.9246	0.8888	0.8541	0.8206
a	0.9500	0.9025	0.8574	0.8145	0.7738
n	0.8951	0.7987	0.7101	0.6288	0.5542
c	0.9936	0.9849	0.9743	0.9620	0.9482
r	0.9048	0.8170	0.7360	0.6615	0.5928
w	0.9840	0.9669	0.9488	0.9298	0.9101


k
i
y
a
n
c
r
w

D oo_ et M_

```
M_ =

  struct with fields:

                          fname: 'rbc0'
                dynare_version: '4.5.7'
                          dname: 'rbc0'
                           bvar: []
                         params: [7×1 double]
                  endo_histval: []
                   exo_histval: []
               exo_det_histval: []
            Correlation_matrix: 1
         Correlation_matrix_ME: 1
  parameter_used_with_lead_lag: 0
                          xref1: [1×1 struct]
                          xref2: [1×1 struct]
                            osr: [1×1 struct]
                      exo_names: 'epsilon'
                  exo_names_tex: 'epsilon'
                 exo_names_long: 'epsilon'
                     endo_names: [8×1 char]
                 endo_names_tex: [8×1 char]
                endo_names_long: [8×1 char]
                endo_partitions: [1×1 struct]
                    param_names: [7×3 char]
                param_names_tex: [7×3 char]
               param_names_long: [7×3 char]
               param_partitions: [1×1 struct]
                    exo_det_nbr: 0
                        exo_nbr: 1
                       endo_nbr: 8
                      param_nbr: 7
                  orig_endo_nbr: 8
                       aux_vars: []
                        Sigma_e: 8.1000e-05
                         H: 0
         sigma_e_is_diagonal: 1
                  det_shocks: []
             hessian_eq_zero: 1
                 orig_eq_nbr: 8
                      eq_nbr: 8
               ramsey_eq_nbr: 0
     set_auxiliary_variables: 1
          lead_lag_incidence: [3×8 double]
                     nstatic: 4
                       nfwrd: 2
                       npred: 2
                       nboth: 0
                      nsfwrd: 2
                      nspred: 2
                    ndynamic: 4
              equations_tags: {}
static_and_dynamic_models_differ: 0
          exo_names_orig_ord: 1
                 maximum_lag: 1
                maximum_lead: 1
            maximum_endo_lag: 1
           maximum_endo_lead: 1
             maximum_exo_lag: 0
            maximum_exo_lead: 0
              NNZDerivatives: [3×1 double]
              exo_det_length: 0
```

```
oo_ =

  struct with fields:

           dynare_version: '4.5.7'
                exo_simul: [1000×1 double]
               endo_simul: [8×1000 double]
                       dr: [1×1 struct]
         exo_steady_state: 0
     exo_det_steady_state: []
            exo_det_simul: []
             steady_state: [8×1 double]
                     mean: [8×1 double]
                      var: [8×8 double]
                 skewness: [8×1 double]
                 kurtosis: [8×1 double]
                 autocorr: {[8×8 double]  [8×8 double]  [8×8 double]  [8×8 double]  [8×8 double]}
   variance_decomposition: [8×1 double]
                     irfs: [1×1 struct]
```

E Code Dynare final

```
%Définition des variables et des paramètres
var k i y a n c r w;
varexo epsilon;
parameters bet del alp nss khi eta rho;

%Valeur des paramètres
bet=0.985;
alp=0.33;
del=0.025;
rho=0.95;
eta=1;
nss=0.33;
khi=(1-alp)*(1-nss)^eta/nss*(1/bet-1+del)/(1/bet-1+del-del*alp);

%Equations du modèle
model;
1/c=bet*(r(1)+1-del)/c(1);
w=khi*c/(1-n)^eta;
k=(1-del)*k(-1)+i;
y=a*k(-1)^alp*n^(1-alp);
log(a)=rho*log(a(-1))+epsilon;
w=(1-alp)*y/n;
r=alp*y/k(-1);
y=c+i;
end;

%Valeur des variables à l'état régulier
steady_state_model;
a=1;
r=1/bet-1+del;
```

```
n=nss;
k=(alp/r)^(1/(1-alp))*n;
y=k^alp*n^(1-alp);
w=(1-alp)*y/n;
i=del*k;
c=y-i;
end;


%Définition des chocs exogènes
shocks;
var epsilon;
stderr 0.009;
end;


%Vérification de l'état régulier
resid;

%Vérification des conditions de Blanchard & Kahn
check;

%4a
%options_.loglinear=1;
%stoch_simul(order=1,periods=1000);

%4b
%stoch_simul(order=2,irf=150,periods=1000);

%4c
%stoch_simul(irf=30);

%4d
%options_.loglinear=1;
%stoch_simul(order=1,periods=1000);

%6
options_.loglinear=1;
M=nan(5,30);
for et=1:5
eta=et;
khi=(1-alp)*(1-nss)^eta/nss*(1/bet-1+del)/(1/bet-1+del-del*alp);
stoch_simul(order=1,irf=30);
M(et,:)=oo_.irfs.n_epsilon;
end
close all
figure
plot(M')
```

```
legend('eta=1','eta=2','eta=3','eta=4','eta=5')
title('irf of labor')
```