

Rapport de IFT6390 Devoirs 3

December 4, 2017

Professeur : Aaron Courville

Étudiants: Zhibin Lu, Léa-Marie Normandin et Xiaocheng Liu

1 Partie pratique (40 pts) : Implémentation du réseau de neurones

On vous demande d'implémenter le réseau de neurones avec le calcul du gradient pas à pas tel que vous l'avez dérivé dans la question précédente (incluant le weight decay). Vous ne pouvez pas utiliser une implémentation existante de réseau de neurones, mais devez suivre la structure de la dérivation faite à la question 1 (avec des noms de variables s'en inspirant, etc.).

In [14]:

Populating the interactive namespace from numpy and matplotlib

1.1 Des fonctions d'activation et softmax pour sortie, et fonction onehot

Implémentation numériquement stable de softmax. Vous aurez besoin de pouvoir calculer un softmax de manière numériquement stable. Référez-vous aux matériaux supplémentaires pour de l'aide avec cela. Commencez par écrire le softmax d'un unique vecteur. Puis étendez votre code pour qu'il fonctionne aussi avec un mini-lot (mini-batch) de plusieurs vecteurs stockés dans une matrice.

Réponse:

```
def onehots(Y, n):
    '''n: combien de classes. Retourner une matrice dont chaque rangee est un onehot'''
    targets = np.array(Y, dtype=int).reshape(-1)
    one_hots = np.eye(n)[targets]
    return one_hots

def softmax(Xs):
    '''pour la couche de sortie. Implementation numerique stable de softmax'''
    Bs=np.max(Xs, axis=0)
    return np.exp(Xs-Bs)/np.sum(np.exp(Xs-Bs), axis=0)
```

```
def rect(Xs):
    '''
    définir la fonction de ReLu/Ramp/Rectifieur et sa dérivée'''
    return np.maximum(0.0, Xs)

def rect_prime(Ys):
    '''
    définir la fonction de ReLu/Ramp/Rectifieur et sa prime'''
    return np.where(Ys > 0.0, 1.0, 0.0)
```

In [15]:

1.2 Manipulations : on utilisera les problèmes des deux lunes et le problème de classification de chiffres manuscrits MNIST (voir liens sur la page du cours).

Réponse:

Prétraiter les données de MNIST et de 2 moons:

In [16]:

```
Prétraiter les données de MNIST et de 2 moons:
mnist_train (50000, 785)
mnist_valid (10000, 785)
mnist_test (10000, 785)
moons_train (800, 3)
moons_valid (200, 3)
moons_test (100, 3)
```

1.3 Réponse: Nous implémentons une classe ReseauLoop qui a seulement une couche cachée et qui fait la retro-propagation un exemple chaque fois, pour les questions 1, 2, 3, 4, 5.

1.4 Initialisation des paramètres.

Comme vous le savez, il est nécessaire d'initialiser aléatoirement les paramètres du réseau (dans le but d'éviter les symétries et la saturation des neurones et idéalement pour se situer au point d'inflexion de la non-linéarité de façon à avoir un comportement non-linéaire). Nous vous proposons d'initialiser les poids d'une couche en les tirant d'une uniforme sur $-1/nc$, $1/nc$, où nc est le nombre d'entrées de cette couche (le nombre de neurones d'entrée auxquels chaque neurone de cette couche est connecté, donc ça change typiquement d'une couche à l'autre). Les biais peuvent quant à eux être initialisés à 0. Justifiez votre choix de toute autre initialisation.

Réponse:

```
self.b1 = np.zeros(self.sizes[1])[:,None]
self.b2 = np.zeros(self.sizes[2])[:,None]
```

```

self.w1 = np.random.uniform(-self.sizes[0]**-0.5,self.sizes[0]**-0.5,
                             self.sizes[1]*self.sizes[0]).reshape(self.sizes[1],self.sizes[0])
self.w2 = np.random.uniform(-self.sizes[1]**-0.5,self.sizes[1]**-0.5,
                             self.sizes[2]*self.sizes[1]).reshape(self.sizes[2],self.sizes[1])

```

In [17]:

1.5 Question 1:

1. Dans un premier temps, commencez par une implémentation qui calcule le gradient pour un exemple, et vérifiez que le calcul est correct avec la technique de vérification du gradient par différence finie expliquée ci-dessus.

Réponse:

In [23]:

```

exemple: [-0.515599  0.865439  0.          ]
diff_finie: [ 0.0042942] grad w1 [0, 0] : 0.00427402020115 Ration diff_finie/grad: [ 1.0047200]
diff_finie: [-0.00832856] grad b1 0 : -0.00832855771394 Ration diff_finie/grad: [ 1.]
diff_finie: [ 0.04437342] grad w2 [1, 1] : 0.0443899422816 Ration diff_finie/grad: [ 0.9996270]
diff_finie: [ 0.49651986] grad b2 1 : 0.496519860532 Ration diff_finie/grad: [ 1.]

```

1.6 Question 2:

2. Vérification du gradient : produire un affichage de vérification du gradient par différence finie pour votre réseau (pour un petit réseau, par ex. $d = 2$ et $dh = 2$ initialisé aléatoirement) sur l'exemple.

Réponse:

In [43]:

```

exemple: [-0.515599  0.865439  0.          ]
diff_finie: [-0.40923455] grad w1 [0, 0] : -0.409246567607 Ration diff_finie/grad: [ 0.9999700]
diff_finie: [ 0.79370701] grad b1 0 : 0.793707029629 Ration diff_finie/grad: [ 0.99999998]
diff_finie: [ 0.] grad w2 [1, 1] : 1.01296931182e-05 Ration diff_finie/grad: [ 0.]
diff_finie: [ 0.59765666] grad b2 1 : 0.597656667442 Ration diff_finie/grad: [ 0.99999999]
diff_finie: [ 0.] grad w1 [0, 0] : 1.29733739414e-05 Ration diff_finie/grad: [ 0.]
diff_finie: [ 0.] grad b1 0 : 0.0 Ration diff_finie/grad: [ nan]
diff_finie: [ 0.12643924] grad w2 [1, 1] : 0.126425178171 Ration diff_finie/grad: [ 1.0001112]
diff_finie: [ 0.44044397] grad b2 1 : 0.440443966744 Ration diff_finie/grad: [ 1.]
diff_finie: [-0.11712942] grad w1 [0, 0] : -0.117116773636 Ration diff_finie/grad: [ 1.0001070]
diff_finie: [ 0.22717154] grad b1 0 : 0.227171543344 Ration diff_finie/grad: [ 1.]
diff_finie: [ 0.03317565] grad w2 [1, 1] : 0.0331897307351 Ration diff_finie/grad: [ 0.9995750]
diff_finie: [ 0.54598909] grad b2 1 : 0.545989092883 Ration diff_finie/grad: [ 1.]

```

/Users/louis/anaconda/lib/python2.7/site-packages/ipykernel_launcher.py:181: RuntimeWarning: in

1.7 Question 3:

3. Ajoutez à cette version un hyperparamètre de taille de lot K , pour permettre le calcul du gradient par mini-lot de K exemples (présentés sous forme de matrices), en faisant une boucle sur les K exemples (c'est un petit ajout à votre code précédent).

Réponse: voir la code de la fonction `bprop_minibatch` et `gradient_checking_minibatch` dans `ReseauLoop`

1.8 Question 4:

4. Vérification du gradient : produire un affichage de vérification du gradient sur les paramètres, par différence finie pour votre réseau (pour un petit réseau, par ex. $d = 2$ et $dh = 2$ initialisé aléatoirement) pour un lot de 10 exemples (vous pouvez prendre des exemples des deux classes du jeu de données des 2 lunes).

Réponse:

In [45] :

```
loss_plus 0.693768650974
loss_moins 0.693647260254
K= 10 diff_finie: 0.0606953598442 , grad w1 [0, 0] : 0.0606668899367 Ration diff_finie/grad: 1.000000
K= 10 diff_finie: -0.0213035599415 , grad b1 0 : -0.0213035598031 Ration diff_finie/grad: 1.000000
K= 10 diff_finie: 0.046397483993 , grad w2 [1, 1] : 0.0463741505059 Ration diff_finie/grad: 1.000000
K= 10 diff_finie: 0.142034294902 , grad b2 1 : 0.142034298161 Ration diff_finie/grad: 0.999999
loss_plus 0.714866151075
loss_moins 0.71483436261
K= 10 diff_finie: 0.158942322482 , grad w1 [0, 0] : 0.158973473122 Ration diff_finie/grad: 0.999999
K= 10 diff_finie: 0.143464782775 , grad b1 0 : 0.143464782783 Ration diff_finie/grad: 0.999999
K= 10 diff_finie: 0.0521754857258 , grad w2 [1, 1] : 0.0521373583325 Ration diff_finie/grad: 1.000000
K= 10 diff_finie: 0.114004069493 , grad b2 1 : 0.114004069505 Ration diff_finie/grad: 0.999999
loss_plus 0.652811566746
loss_moins 0.652811913924
K= 10 diff_finie: -0.0173589371766 , grad w1 [0, 0] : -0.0173904062535 Ration diff_finie/grad: 1.000000
K= 10 diff_finie: 0.001272485467 , grad b1 0 : 0.00127248546676 Ration diff_finie/grad: 1.000000
K= 10 diff_finie: 0.117660833593 , grad w2 [1, 1] : 0.117631949553 Ration diff_finie/grad: 1.000000
K= 10 diff_finie: 0.0610768927878 , grad b2 1 : 0.0610768927824 Ration diff_finie/grad: 1.000000
```

1.9 Question 5:

5. Entraîner votre réseau de neurones par descente de gradient sur les données du problème des deux-lunes. Acher les régions de décision pour différentes valeurs d'hyperparamètres (weight decay, nombre d'unités cachées, arrêt prématuré) de façon à illustrer leur effet sur le contrôle de capacité.

Réponse:

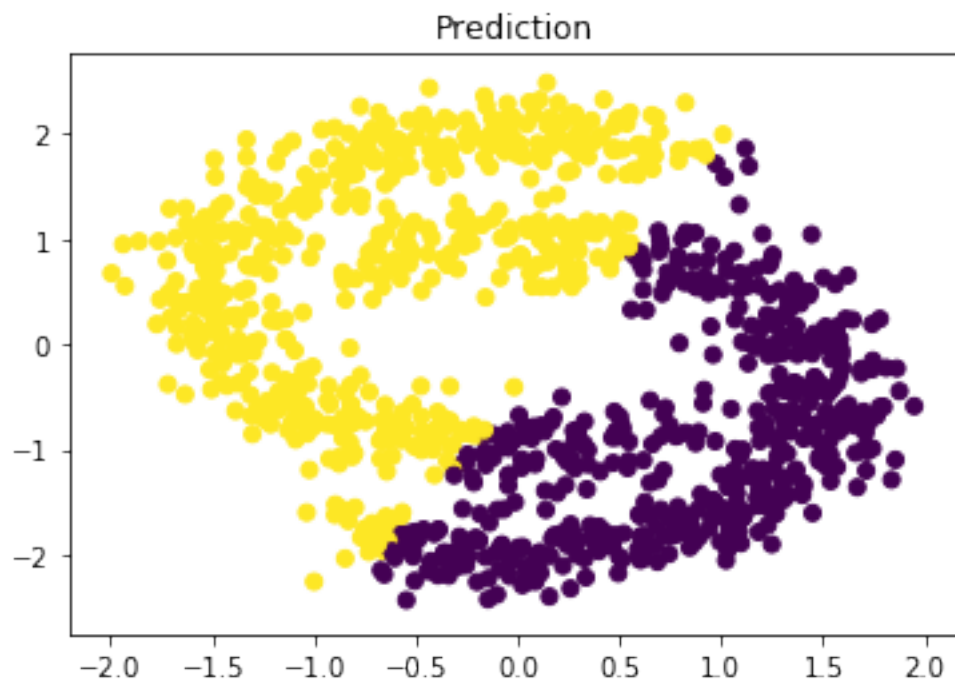
On va essayer quelques valeurs d'hyper-paramètres, comme μ (ratio d'apprentissage), numéro de neurones cachés, λ de régularisation, époque d'entraînement, K (taille de minidata pour la descente du gradient)

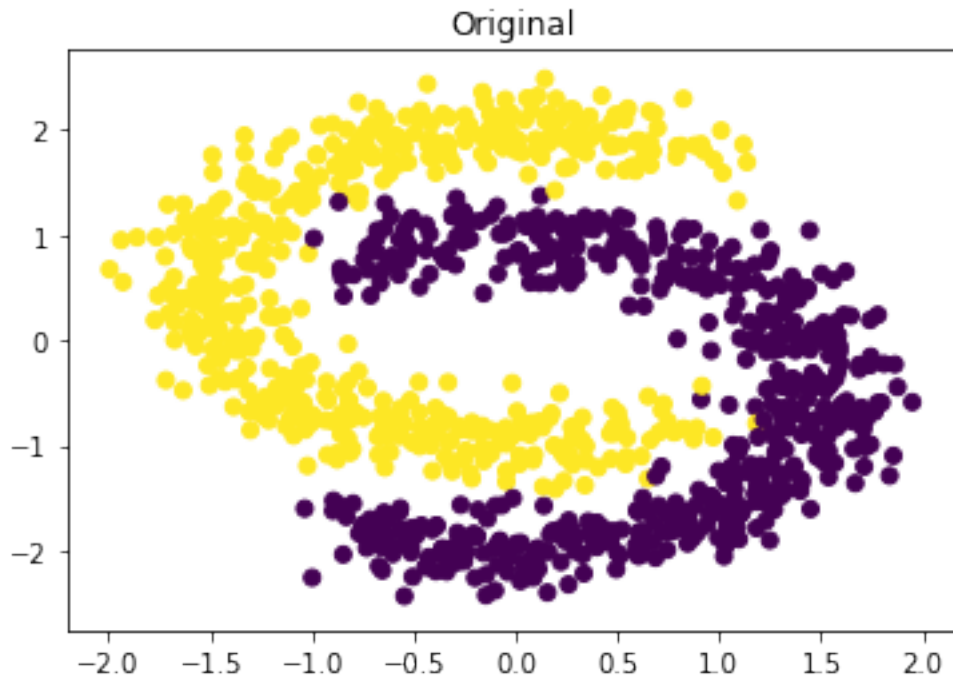
Exemple 1: les hyper-parameter:

```
reseauSizes=[2, 2, 2]
mu = 0.1
epoque=10
K_minibatch=5
lambda1=0.0002
lambda2=0.0004
```

In [46]:

```
Epoque 0 fini: 37 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.185, Loss: 0.423630770968
Epoque 1 fini: 38 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.19, Loss: 0.41932357544
Epoque 2 fini: 38 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.19, Loss: 0.420324131524
Epoque 3 fini: 37 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.185, Loss: 0.42150206537
Epoque 4 fini: 38 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.19, Loss: 0.425394221112
Epoque 5 fini: 40 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.2, Loss: 0.425102258477
Epoque 6 fini: 41 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.205, Loss: 0.426533585667
Epoque 7 fini: 41 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.205, Loss: 0.426939318101
Epoque 8 fini: 43 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.215, Loss: 0.428008138499
Epoque 9 fini: 43 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.215, Loss: 0.429464245008
Ca nous a pris 0.709735 secondes pour entrainer le reseau [2, 2, 2] sur 800 points de tra
Ca nous a pris 0.007577 secondes pour calculer les predictions sur 100 points de test
L'erreur de test est de 19.0 %
```





Exemple 2: `reseauSizes=[2, 2, 2]`

`mu = 0.2 #change`

`epoque=30 #change`

`K_minibatch=30 #change`

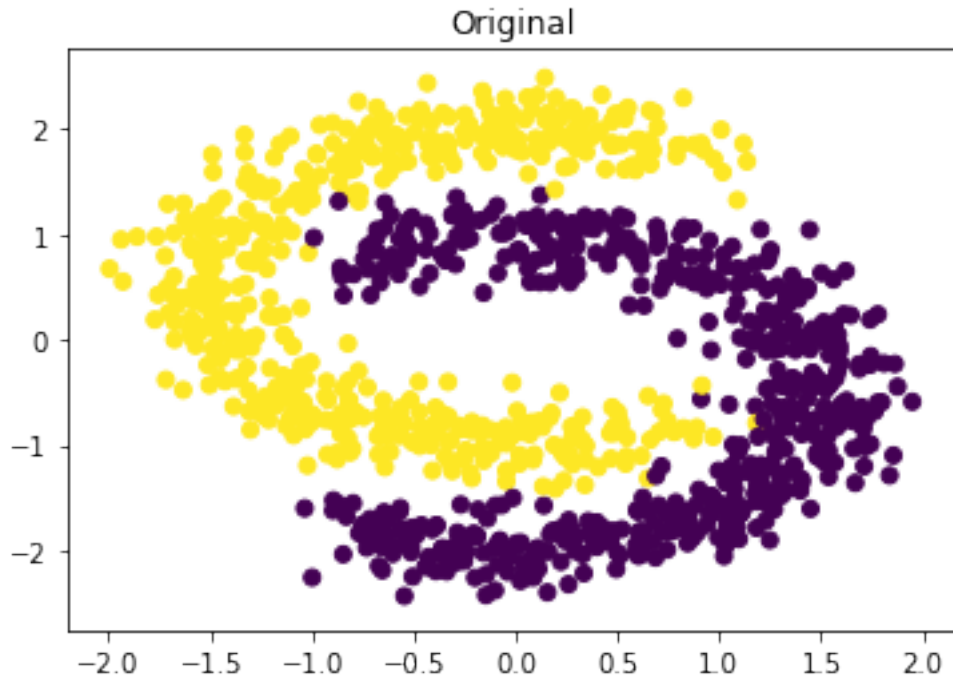
`lambda1=0.0002`

`lambda2=0.0004`

In [47]:

```
Epoque 0 fini: 40 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.2, Loss: 0.555720752035
Epoque 1 fini: 39 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.195, Loss: 0.476023611544
Epoque 2 fini: 39 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.195, Loss: 0.458986438016
Epoque 3 fini: 39 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.195, Loss: 0.453500336045
Epoque 4 fini: 39 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.195, Loss: 0.450913690186
Epoque 5 fini: 38 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.19, Loss: 0.446584635318
Epoque 6 fini: 37 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.185, Loss: 0.438537010864
Epoque 7 fini: 37 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.185, Loss: 0.4337002501
Epoque 8 fini: 37 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.185, Loss: 0.427320992211
Epoque 9 fini: 37 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.185, Loss: 0.419031799609
Epoque 10 fini: 37 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.185, Loss: 0.410703978911
Epoque 11 fini: 36 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.18, Loss: 0.402196179008
Epoque 12 fini: 37 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.185, Loss: 0.391649871064
```

Epoque 13 fini: 36 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.18, Loss: 0.382881579063
Epoque 14 fini: 36 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.18, Loss: 0.375918198434
Epoque 15 fini: 36 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.18, Loss: 0.370489420366
Epoque 16 fini: 37 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.185, Loss: 0.365792716806
Epoque 17 fini: 35 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.175, Loss: 0.361647593458
Epoque 18 fini: 35 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.175, Loss: 0.358196567794
Epoque 19 fini: 35 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.175, Loss: 0.355227598632
Epoque 20 fini: 35 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.175, Loss: 0.352735378111
Epoque 21 fini: 35 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.175, Loss: 0.350502901653
Epoque 22 fini: 35 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.175, Loss: 0.348549936869
Epoque 23 fini: 35 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.175, Loss: 0.346914418107
Epoque 24 fini: 35 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.175, Loss: 0.345512233406
Epoque 25 fini: 35 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.175, Loss: 0.344479108496
Epoque 26 fini: 35 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.175, Loss: 0.343590751758
Epoque 27 fini: 35 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: main classes. The plot shows two distinct clusters of data points: one colored yellow and the other colored purple. The yellow cluster is located in the upper-left region of the plot, while the purple cluster is in the lower-right region. The axes are labeled from -2.0 to 2.0 on both the x and y dimensions.



Exemple 3: `reseauSizes=[2, 3, 2] #change`

`mu = 0.42`

`epoque=10`

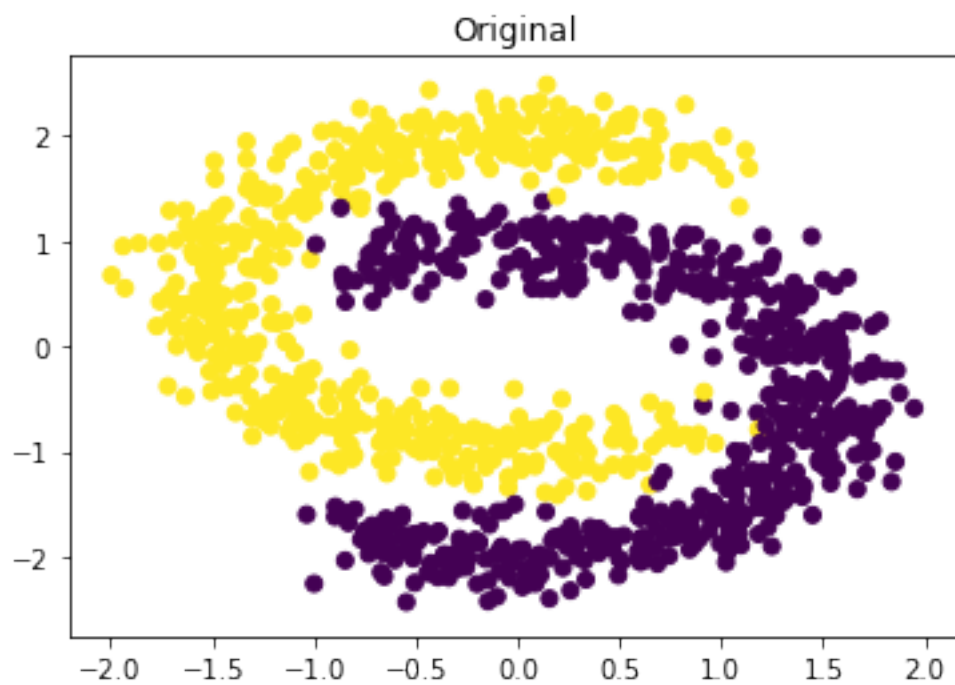
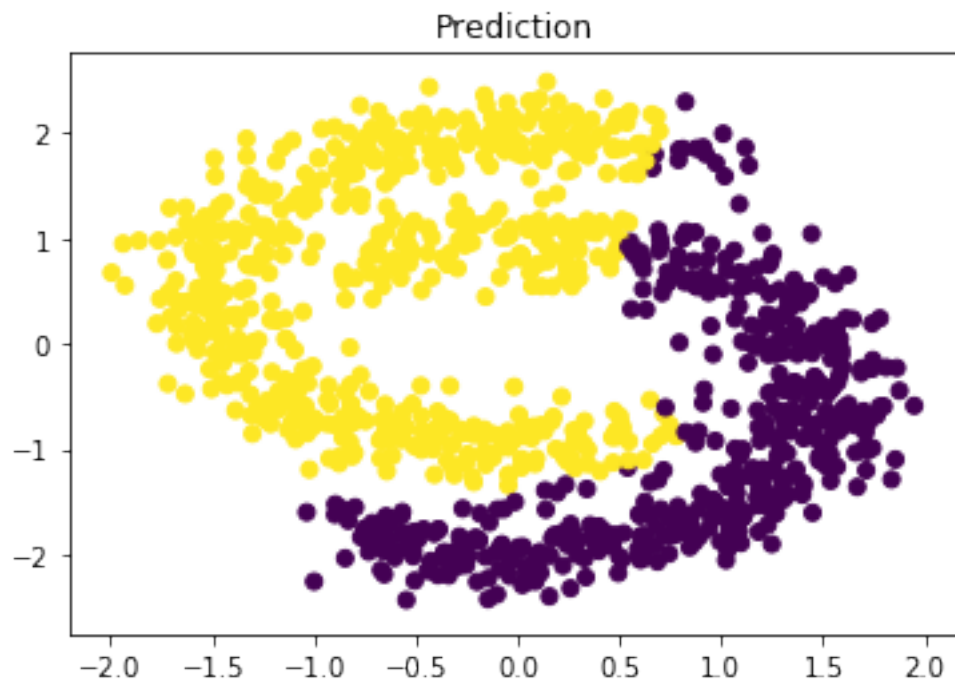
`K_minibatch=15`

`lambda1=0.00001`

`lambda2=0.00002`

In [602]:

```
Epoque 0 fini: 37 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.185, Loss: 0.434466995145
Epoque 1 fini: 36 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.18, Loss: 0.398362427943
Epoque 2 fini: 34 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.17, Loss: 0.357709294079
Epoque 3 fini: 34 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.17, Loss: 0.332310277319
Epoque 4 fini: 31 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.155, Loss: 0.308556768266
Epoque 5 fini: 30 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.15, Loss: 0.286294998427
Epoque 6 fini: 30 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.15, Loss: 0.274584797235
Epoque 7 fini: 28 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.14, Loss: 0.268561171083
Epoque 8 fini: 25 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.125, Loss: 0.26501402744
Epoque 9 fini: 25 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.125, Loss: 0.263473829523
Ca nous a pris 0.745639000001 secondes pour entrainer le reseau [2, 3, 2] sur 800 points de t
Ca nous a pris 0.00746400000207 secondes pour calculer les predictions sur 100 points de t
L'erreur de test est de 12.0 %
```

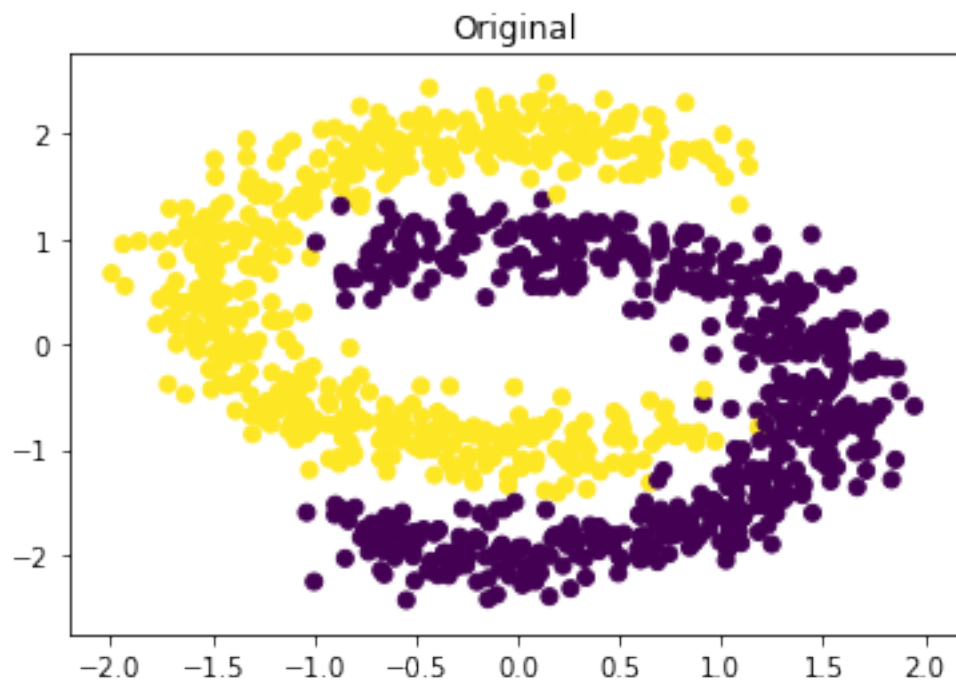
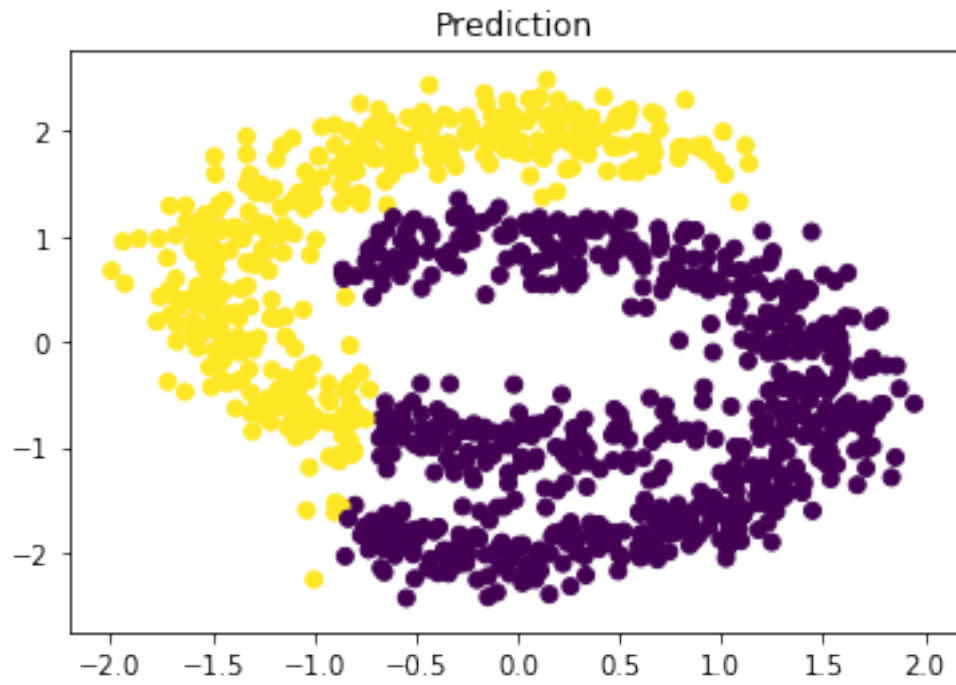



Exemple 4: `reseauSizes=[2, 3, 2]`

```
mu = 0.39
epoque=30
K_minibatch=10
lambda1=0.00001
lambda2=0.00002
```

In [613]:

```
Epoque 0 fini: 33 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.165, Loss: 0.41613864774
Epoque 1 fini: 32 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.16, Loss: 0.38594587238
Epoque 2 fini: 29 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.145, Loss: 0.351302288803
Epoque 3 fini: 26 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.13, Loss: 0.311235038381
Epoque 4 fini: 25 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.125, Loss: 0.297142689287
Epoque 5 fini: 25 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.125, Loss: 0.295595771687
Epoque 6 fini: 25 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.125, Loss: 0.288163141104
Epoque 7 fini: 25 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.125, Loss: 0.287205608446
Epoque 8 fini: 26 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.13, Loss: 0.287252547945
Epoque 9 fini: 25 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.125, Loss: 0.287940989364
Epoque 10 fini: 25 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.125, Loss: 0.287313965876
Epoque 11 fini: 25 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.125, Loss: 0.287487056974
Epoque 12 fini: 25 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.125, Loss: 0.285945820602
Epoque 13 fini: 25 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.125, Loss: 0.28251283401
Epoque 14 fini: 26 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.13, Loss: 0.283769486276
Epoque 15 fini: 28 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.14, Loss: 0.268029168576
Epoque 16 fini: 28 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.14, Loss: 0.271225479356
Epoque 17 fini: 26 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.13, Loss: 0.264872120088
Epoque 18 fini: 25 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.125, Loss: 0.269020650476
Epoque 19 fini: 26 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.13, Loss: 0.271609982215
Epoque 20 fini: 25 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.125, Loss: 0.271861261954
Epoque 21 fini: 25 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.125, Loss: 0.257940096634
Epoque 22 fini: 24 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.12, Loss: 0.249075232584
Epoque 23 fini: 24 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.12, Loss: 0.247391080334
Epoque 24 fini: 23 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.115, Loss: 0.247931516482
Epoque 25 fini: 23 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.115, Loss: 0.247132437938
Epoque 26 fini: 23 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.115, Loss: 0.246607537777
Epoque 27 fini: 23 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.115, Loss: 0.246069511323
Epoque 28 fini: 23 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.115, Loss: 0.246172317701
Epoque 29 fini: 23 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.115, Loss: 0.246270664844
Ca nous a pris 2.075965 secondes pour entrainer le reseau [2, 3, 2] sur 800 points de tra
Ca nous a pris 0.0105999999942 secondes pour calculer les predictions sur 100 points de tes
L'erreur de test est de 11.0 %
```



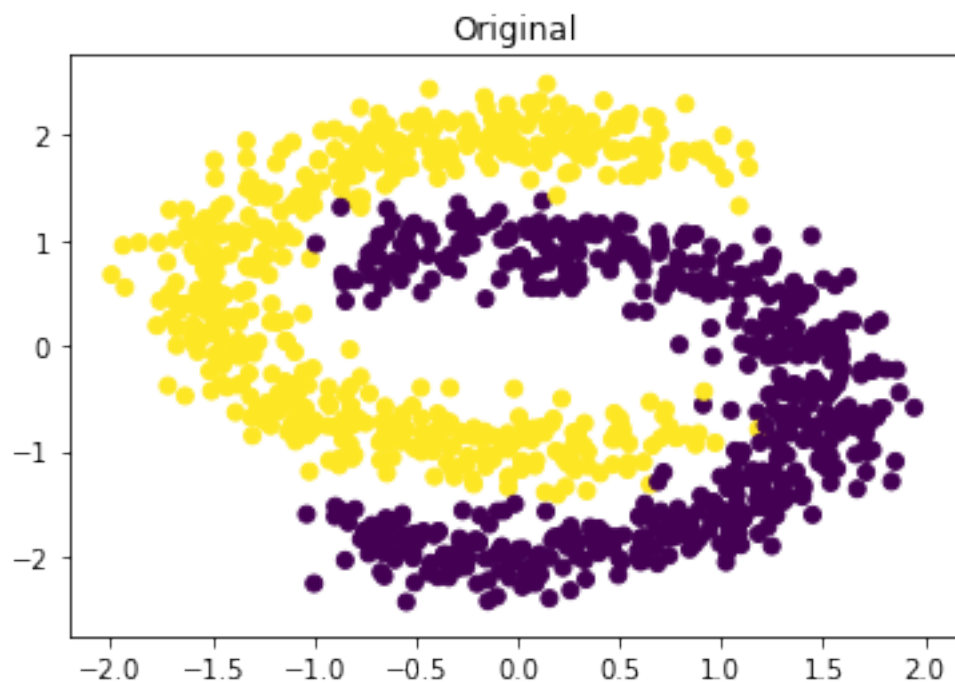
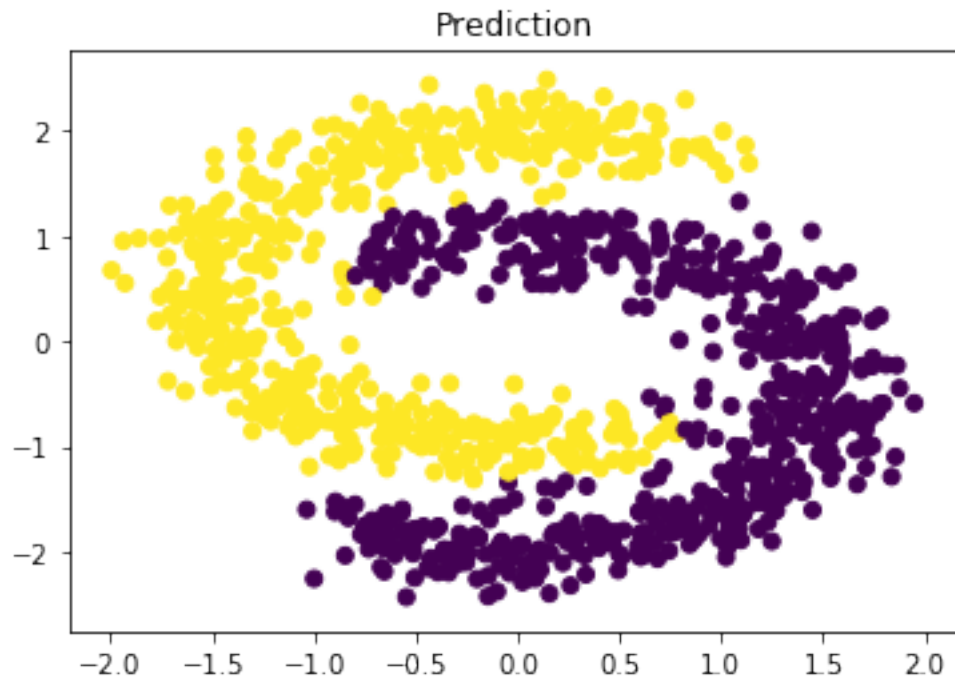
Exemple 5: `reseauSizes=[2, 10, 2] #change`

mu = 0.50
epoque=40
K_minibatch=20
lambda1=0.001
lambda2=0.002

In [616]:

Epoque 0 fini: 36 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.18, Loss: 0.419768608335
Epoque 1 fini: 32 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.16, Loss: 0.366553349039
Epoque 2 fini: 27 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.135, Loss: 0.288351554672
Epoque 3 fini: 17 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.085, Loss: 0.215893591222
Epoque 4 fini: 10 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.05, Loss: 0.160242317586
Epoque 5 fini: 8 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.04, Loss: 0.12960198957
Epoque 6 fini: 8 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.04, Loss: 0.113735054766
Epoque 7 fini: 6 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.03, Loss: 0.103802468825
Epoque 8 fini: 6 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.03, Loss: 0.0980334650837
Epoque 9 fini: 6 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.03, Loss: 0.0923413152525
Epoque 10 fini: 6 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.03, Loss: 0.0893360129013
Epoque 11 fini: 6 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.03, Loss: 0.0867837039228
Epoque 12 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.0837762570068
Epoque 13 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.0821541741405
Epoque 14 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.0802035056399
Epoque 15 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.079339340763
Epoque 16 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.078234941779
Epoque 17 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.0773855891944
Epoque 18 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.0760798549564
Epoque 19 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.0759556281536
Epoque 20 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.0752258851809
Epoque 21 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.0751272307224
Epoque 22 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.0745722685691
Epoque 23 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.0746228046003
Epoque 24 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.0741415866753
Epoque 25 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.074201223114
Epoque 26 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.0741883798211
Epoque 27 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.0744730695257
Epoque 28 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.0740942780516
Epoque 29 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.0744914657299
Epoque 30 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.074017722554
Epoque 31 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.0734627207145
Epoque 32 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.0734726588409
Epoque 33 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.0733317646607
Epoque 34 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.0736693416638
Epoque 35 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.0735602686184
Epoque 36 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.0739840683561
Epoque 37 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.0738579638188
Epoque 38 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.0737509359995
Epoque 39 fini: 5 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.025, Loss: 0.0742236610024

Ca nous a pris 2.8082 secondes pour entrainer le reseau [2, 10, 2] sur 800 points de train
Ca nous a pris 0.010143999999999999 secondes pour calculer les predictions sur 100 points de test
L'erreur de test est de 3.0 %



Exemple 6: reseauSizes=[2, 10, 2]

mu = 0.50

epoque=40

K_minibatch=20

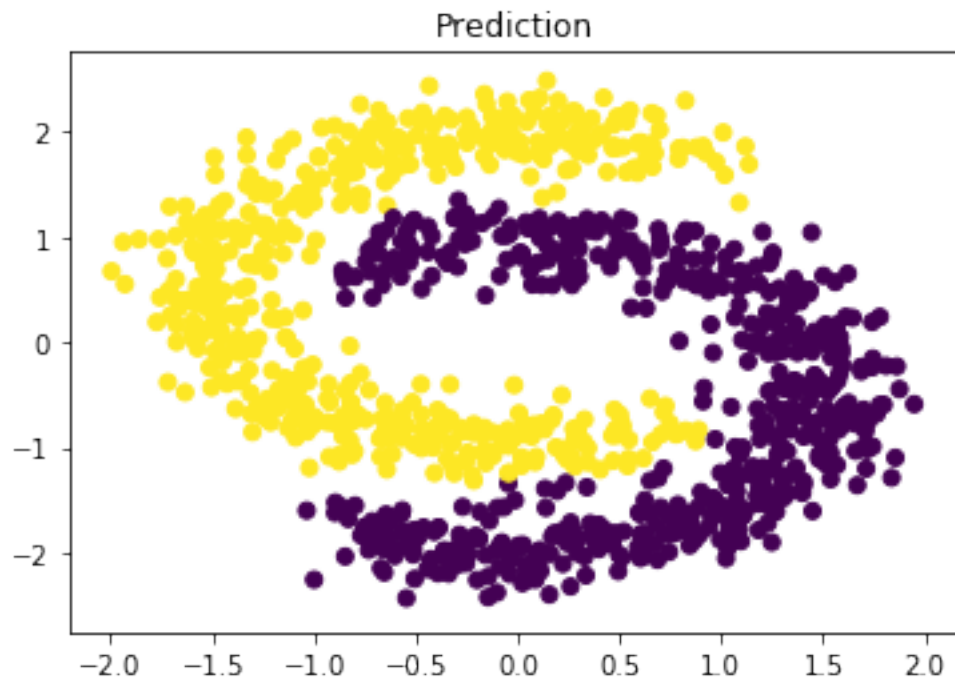
lambda1=0.0001 #change

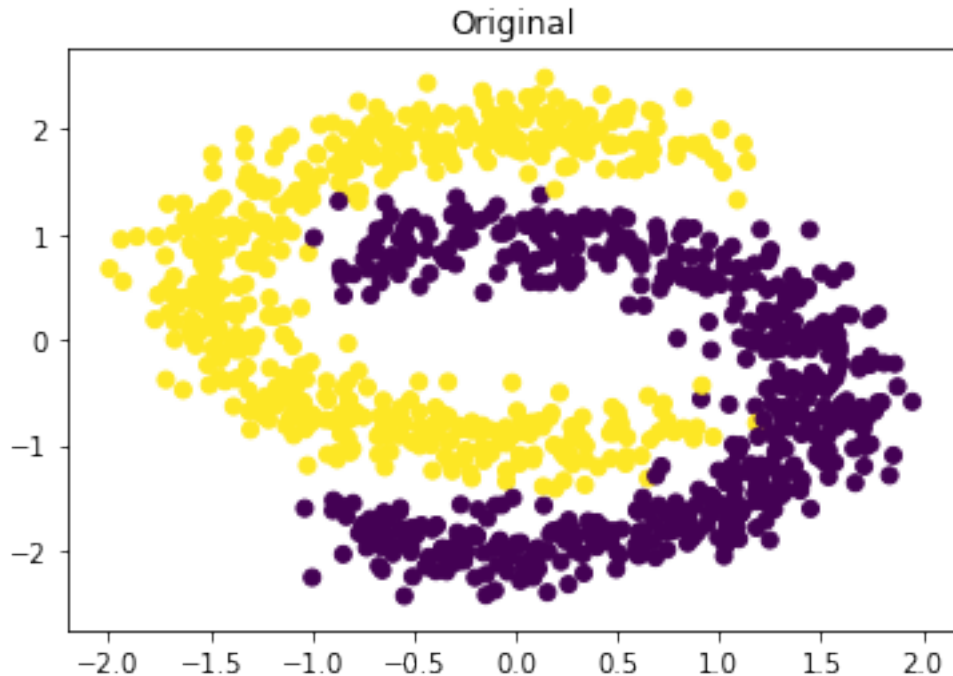
lambda2=0.0002 #change

In [619]:

```
Epoque 0 fini: 32 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.16, Loss: 0.395096685432
Epoque 1 fini: 25 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.125, Loss: 0.303813423359
Epoque 2 fini: 14 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.07, Loss: 0.189648974125
Epoque 3 fini: 8 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.04, Loss: 0.122931992885
Epoque 4 fini: 8 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.04, Loss: 0.0897289242601
Epoque 5 fini: 6 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.03, Loss: 0.0716049741031
Epoque 6 fini: 4 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.02, Loss: 0.0617874533665
Epoque 7 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0544359635937
Epoque 8 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0495452372537
Epoque 9 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0456331379895
Epoque 10 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0427521740458
Epoque 11 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0405751785093
Epoque 12 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0391064029068
Epoque 13 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0376644841289
Epoque 14 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0363788090947
Epoque 15 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0353585477003
Epoque 16 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0345048449458
Epoque 17 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0335184761113
Epoque 18 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0329389130287
Epoque 19 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0322334233843
Epoque 20 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0316229897089
Epoque 21 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0312711389488
Epoque 22 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0308922030958
Epoque 23 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0302321726721
Epoque 24 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0296553932665
Epoque 25 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.029051263648
Epoque 26 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0285968979905
Epoque 27 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0281072269902
Epoque 28 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0276502385923
Epoque 29 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0271259123618
Epoque 30 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.02692540732
Epoque 31 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0267502448405
Epoque 32 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0265787871551
Epoque 33 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0263631216582
Epoque 34 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0261452207772
Epoque 35 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.025955281986
```

Epoque 36 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0258419565023
Epoque 37 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0257030652161
Epoque 38 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0254060828195
Epoque 39 fini: 2 erreurs sur 200 validation data, Taux d'erreur: 0.01, Loss: 0.0251959983577
Ca nous a pris 2.70068 secondes pour entrainer le reseau [2, 10, 2] sur 800 points de tra.
Ca nous a pris 0.00787400000263 secondes pour calculer les predictions sur 100 points de t
L'erreur de test est de 1.0 %





1.9.1 Conclusion:

- Quand `reseauSizes=[2, 2, 2]`, le nombre de neurones de la couche cachée est égal à 2. C'est le même que le nombre de neurones sur la couche d'entrée et sur la couche de sortie. On a constaté que la frontière de décision est une frontière linéaire. Ce sont les autres hyperparamètres qui déplacent la position de la frontière linéaire.
- Quand `reseauSizes=[2, 3, 2]`, le nombre de neurones de la couche cachée est égal à 3. On a constaté que la frontière de décision est non-linéaire. Quand on ajuste les autres hyperparamètres, on peut obtenir parfois une frontière de décision qui sépare bien les données, le taux d'erreur est d'environ 3-5.0% (ou parfois 12-16%). Mais le taux d'erreur n'est pas très stable pour chaque entraînement.
- Quand `reseauSizes=[2, 10, 2]`, le nombre de neurones de la couche cachée est égal à 10. On a constaté que la frontière de décision sépare parfaitement les données, le taux d'erreur est d'environ 1.0% et il est très stable.
- On constate aussi que le paramètre `lambda` (régularisation) va influencer le taux d'erreur. Quand `lambda` diminue, la descente du gradient va plus bas, car ici il n'y a pas beaucoup de bruit dans l'ensemble de d'entraînement, donc le taux d'erreur de test diminue aussi.

1.10 Question 6:

6. Dans un deuxième temps, faites une copie de votre implémentation en vue d'en faire une version modifiée efficace qui manipulera les lots de K exemples avec des calculs matriciels (plutôt qu'une boucle). Reprenez les expressions matricielles numpy établies dans la première partie, et adaptez-les au cas des mini-lots de taille K . Indiquez dans

vosre rapport comment vous les avez adaptées (précisez les anciennes et nouvelles expressions avec les dimensions de chaque matrice).

Réponse: Quelques exemples de La method boucle:

```
# forward propagation, un exemple par fois
# x est col, n'inclut pas de y
def fprop(self, x):
    # obtenir un vecteur, dimension=nombre de neurones de couche cachee.
    Ha=np.dot(self.w1, x) + self.b1
    # obtenir un vecteur apres la fonction d'activation, dimension=nombre de neurones de couche cachee
    Hs=self.activationf(Ha)
    # obtenir un vecteur, dimension=nombre de neurones de sorties
    Oa=np.dot(self.w2, Hs) + self.b2
    # vecteur de sortie, apres softmax, dimension=nombre de neurones de sorties
    Os=self.outputf(Oa)
    return (Ha,Hs,Oa,Os)

def bprop_minibatch(self, mini_data, mu, lambda1, lambda2):
    k=len(mini_data)
    # faire le boucle
    for x in mini_data:
        x=x[:-1][:,None]
        # obtenir toutes les valeurs avant les neurones et toutes les valeurs
        # apres les neurones pour une echantillon
        Ha,Hs,Oa,Os=self.fprop(x)
        # faire la retro-propagation a partir de la 2eme couche a l'inverse.
        # Gradient de la couche de sortie.
        Grad_Oa = Os - y
        # lambda pour le risque empirique regularise  $\lambda_2 ||w||^2_2$  pour chaque couche
        R2 =lambda1*np.sign(self.w2) + 2*lambda2*self.w2
        # sum de grad_W2, pour k mini batch.
        # Dimension de Os(vecteur de couche sortie) * dimension Hs(vecteur horizontal)
        Grad_W2+=np.dot(Grad_Oa, Hs.T) +R2
        # sum de Grad_B2, pour k mini batch, grad_b = grad_Oa, dimension= dimension de Oa
        Grad_B2+=Grad_Oa
        # Grad_Hs= transforme de la matrice de w2 dot vecteur de grad_Oa
        # dimension= nombre de neurone de couche cachee
        Grad_Hs= np.dot(self.w2.T, Grad_Oa)
        # obtenir la valeur de la derivation de la fonction d'activation
        derivation=eval(self.activationf.__name__+'__prime')(Ha)
        # derivation=eval(self.activationf.__name__+'__derivate')(Hs_layers[1])
        Grad_Ha=Grad_Hs * derivation
        # lambda pour le risque empirique regularise  $\lambda_2 ||w||^2_2$  pour chaque couche
        R1 =lambda1*np.sign(self.w1) + 2*lambda2*self.w1
        # sum de grad_W1, pour k mini batch.
        # Dimension de Ha(vecteur de couche cachee) * dimension de x(vecteur horizontal)
```

```

        Grad_W1+=np.dot(Grad_Ha, x.T) + R1
        # sum de Grad_B1, pour k mini batch. grad_B1 = grad_Ha, dimension= dimension de Ha
        Grad_B1+=Grad_Ha
# faire le descent gradient
self.w1 -= Grad_W1 * mu / k
self.b1 -= Grad_B1 * mu / k
self.w2 -= Grad_W2 * mu / k
self.b2 -= Grad_B2 * mu / k

```

1.10.1 Nous implémentons une classe ReseauMLP plus générale pour les autres questions

Nous programmons une classe ReseauMLP(Multi-Layer Perceptron) plus générale nous-même. Avec cette classe, on implémente un réseau de neurones avec n'importe quel nombre de couches cachées de neurones et n'importe quel nombre de neurones pour chaque couche cachée. Toutes les fonctions de classe ReseauMLP calculent en matrice de numpy, c'est plus efficace.

```
rmlp = ReseauMLP(sizes=[784, 30, 10], activationFunction=rect, outputFunction=softmax)
```

Cette classe contient les fonctions comme fprop, bprop, gradient_check, gradientDescentMiniBatch, compute_predictions, etc.

Quelques exemples de la method matrice(Nous implémentons une classe ReseauMLP plus générale pour les autres questions, voyez le code de ReseauMLP pour des details):

```

def fprop(self, Xs):
    '''
    # Xs(col) n'inclut y
    '''
    # HSs= sorties de chaque neurone de chaque couche, chaque vecteur vient de chaque echantillon
    # HAS= w*hs^(l-1)+b , valeurs avant activationF, chaque vecteur vient de chaque echantillon
    HSs = Xs
    # obtenir toutes les valeurs avant les neurones et toutes les valeurs
    # apres les neurones pour tous les echantillons
    HAS_layers = [ HSs ]
    HSs_layers = [ HSs ]
    l=1
    for w, b in zip(self.weights, self.biases):
        # Obtenir HAS de l eme couche
        HAS=np.dot(w, HSs) + b
        if l < self.num_layers-1 :
            HSs = self.activationf(HAS)
            l+=1
        else:
            # si c'est la dernier couche, utilise la fonction softmax.
            HSs = self.outputf(HAS)
    # HAS_layers et HSs_layers contiennent toutes les valeurs de neurones avant
    # et apres la fonction d'activation. ca vient des echantillons de minibatch,
    # chaque couche est une matrice dont chaque colonne correspond a un echantillon

```

```

        HAs_layers.append(HAs)
        HSs_layers.append(HSs)
    return (HAs_layers,HSs_layers)

def bprop(self, mini_data, mu, lambda1, lambda2):
    '''
    # mini_data(row) inclut y
    # mutaux d'apprentissage
    # lambda1 pour le risque empirique rregularise lambda1*||w||_1 pour chaque couche
    # lambda2 pour le risque empirique rregularise lambda2*||w||^2_2 pour chaque couche
    '''

    k=len(mini_data) # important ici, evite les problemes
    # pretraiter y en utilisant onehot
    if self.num_sortie_neurone>1:
        Ys=onehots( mini_data[:,-1] , self.num_sortie_neurone ).T
    else:
        Ys=mini_data[:,-1]
    mini_data=mini_data[:,-1].T

    # obtenir toutes les valeurs avant les neurones et toutes les valeurs apres les neurones
    HAs_layers,HSs_layers=self.fprop(mini_data)
    # obtenir les gradients pour les poids et biais
    Grad_Ws = [ ]
    Grad_Bs = [ ]
    # obtenir les gradients pour les neurones
    # la couche de sortie.
    Grad_HAs = [ HSs_layers[-1] - Ys ]
    Grad_HSs = [ np.zeros(self.num_sortie_neurone) ] #Grad_HS
    # faire la retro-propagation a partir de la 2eme couche a l'inverse
    # "l" est l'indice de couche
    for l in xrange( self.num_layers-2, -1, -1 ) :
        # lambda1 pour le risque empirique regularise lambda1*||w||_1 pour chaque couche
        # lambda2 pour le risque empirique regularise lambda2*||w||^2_2 pour chaque couche
        regularizedGrad = lambda1*np.sign(self.weights[l]) + 2*lambda2*self.weights[l]
        # c'est deja le sum de minibatch(np.dot) de grad_W, apres on va diviser par len(mi
        # dimension de grad_ws[l]=nombre de couche(l+1) * nombre de couche(l)
        # Grad_HAs[0] est la prochaine couche (l+1).
        Grad_Ws.insert(0, np.dot(Grad_HAs[0], HSs_layers[l].T) + regularizedGrad*k )
        # grad_b = grad_ha de la prochaine couche, sum K echantillons de minibatch
        Grad_Bs.insert(0, np.sum(Grad_HAs[0], axis=1)[: ,None] )
        # Il y a k colonne pour HSs[l], car ca vient par K echantillons de minibatch.
        # chaque vecteur vertical = dimension de HS,ca vient de une echantillons.
        Grad_HSs.insert(0, np.dot(self.weights[l].T, Grad_HAs[0]) )
        # obtenir la valeur de la derivation de la fonction d'activation
        derivation=eval(self.activationf.__name__+'prime')(HAs_layers[l])
        # derivation=eval(self.activationf.__name__+'derivate')(HSs_layers[l])
        Grad_HAs.insert(0, Grad_HSs[0] * derivation )
    # Descente du gradient pour chaque w,b cette fois de mini_batch

```

```
self.weights = [w - gw * mu / k for w, gw in zip(self.weights, Grad_Ws)]
self.biases = [b - gb * mu / k for b, gb in zip(self.biases, Grad_Bs)]
```

In [56]:

1.11 Question 7:

7. Comparez vos deux implémentations (avec et sans boucle sur les exemples du lot) pour vérifier qu'elles donnent le même gradient total sur les paramètres, d'abord avec $K = 1$. Puis comparez-les avec $K = 10$. Joignez à votre rapport les affichages numériques effectués pour cette comparaison.

Réponse:

K=1:

In [53]:

```
data, [[-0.515599  0.865439  0.          ]]
Reseau Loop:
loss_plus 0.683253349138
loss_moins 0.683220229743
K= 1 diff_finie: 0.165596975031 , grad w1 [0, 0] : 0.165936562564 Ration diff_finie/grad: 0.99
K= 1 diff_finie: -0.321173964711 , grad b1 0 : -0.32117396471 Ration diff_finie/grad: 1.0
K= 1 diff_finie: 0.0 , grad w2 [1, 1] : 0.00030326447651 Ration diff_finie/grad: 0.0
K= 1 diff_finie: 0.495020169097 , grad b2 1 : 0.495020169092 Ration diff_finie/grad: 1.000000

Reseau Matrice:
loss_plus 0.683253349138
loss_moins 0.683220229743
K= 1 diff_finie= 0.165596975031 ,grad w [0, 0, 0] = 0.165936562564 ,Ration diff_finie/grad: 0.99
K= 1 diff_finie= -0.321173964711 ,grad b [0, 0] = -0.32117396471 ,Ration diff_finie/grad: 1.0
loss_plus 0.683236789301
loss_moins 0.683236789301
K= 1 diff_finie= 0.0 ,grad w [1, 1, 1] = 0.00030326447651 ,Ration diff_finie/grad: 0.0
K= 1 diff_finie= 0.495020169097 ,grad b [1, 1] = 0.495020169092 ,Ration diff_finie/grad: 1.00
```

K=10:

In [626]:

```
Reseau Loop:
loss_plus 0.671362094243
loss_moins 0.671342099098
K= 10 diff_finie: 0.0999757222625 , grad w1 [0, 0] : 0.099744277726 Ration diff_finie/grad: 1.0
K= 10 diff_finie: -0.0152350174948 , grad b1 0 : -0.0152350174862 Ration diff_finie/grad: 1.0
K= 10 diff_finie: 0.0892160738908 , grad w2 [1, 1] : 0.0895053638729 Ration diff_finie/grad: 0.99
```

```
K= 10  diff_finie: 0.131985385517 , grad b2 1 : 0.131985385543 Ration diff_finie/grad: 0.999999
```

Reseau Matrice:

```
loss_plus 0.671362094243
```

```
loss_moins 0.671342099098
```

```
K= 10  diff_finie= 0.0999757222625 ,grad w [0, 0, 0] = 0.099744277726 ,Ration diff_finie/grad:
```

```
K= 10  diff_finie= -0.0152350174948 ,grad b [0, 0] = -0.0152350174862 ,Ration diff_finie/grad:
```

```
loss_plus 0.671361018096
```

```
loss_moins 0.671343174881
```

```
K= 10  diff_finie= 0.0892160738908 ,grad w [1, 1, 1] = 0.0895053638729 ,Ration diff_finie/grad:
```

```
K= 10  diff_finie= 0.131985385517 ,grad b [1, 1] = 0.131985385543 ,Ration diff_finie/grad: 0.9
```

1.12 Question 8:

8.Mesurez le temps que prend une époque sur MNIST (1 époque = 1 passage complet à travers l'ensemble d'entraînement) pour K = 100 avec chacune des deux implémentations (mini-lot par boucle, et mini-lot avec calcul matriciel).

Réponse:

In [54]:

```
ReseauMLP Entraînement commence...
```

```
Taux d'erreur sur l'ensemble de validation: 0.0636
```

```
Ca nous a pris 1.169459 secondes pour entrainer le reseau [784, 30, 10] sur 50000 points
```

```
ReseauLoop Entraînement commence...
```

```
Taux d'erreur sur l'ensemble de validation: 0.0692
```

```
Ca nous a pris 14.687171 secondes pour entrainer le reseau [784, 30, 10] sur 50000 points
```

1.13 Question 9:

9.Adaptez votre code pour qu'il calcule au vol, pendant l'entraînement, l'erreur de classification totale sur l'ensemble d'entraînement, en plus du coût optimisé total (somme des L encourus), ceci pour chaque époque d'entraînement, et qu'après chaque époque d'entraînement, il calcule aussi l'erreur et le coût moyen sur l'ensemble de validation et de test. Faites en sorte qu'il les affiche après chaque époque les 6 nombres correspondants (erreur et coût moyen sur train, valid, test) et les écrive dans un fichier.

Réponse:

In [470]:

```
ReseauMLP Entraînement commence...
```

```
Epoque 0, batch 0: 40690 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.8138, Loss: 2.29269
```

Epoque 0, batch 1: 38321 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.76642, Loss: 2.2808
 Epoque 0, batch 2: 36641 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.73282, Loss: 2.2685
 Epoque 0, batch 3: 35226 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.70452, Loss: 2.2561
 Epoque 0, batch 4: 34115 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.6823, Loss: 2.24315
 Epoque 0, batch 5: 33336 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.66672, Loss: 2.2290
 Epoque 0, batch 6: 32504 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.65008, Loss: 2.2148
 Epoque 0, batch 7: 31274 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.62548, Loss: 2.1996
 Epoque 0, batch 8: 30130 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.6026, Loss: 2.18361
 Epoque 0, batch 9: 28199 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.56398, Loss: 2.1646
 Epoque 0, batch 10: 26535 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.5307, Loss: 2.1445
 Epoque 0, batch 11: 24731 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.49462, Loss: 2.124
 Epoque 0, batch 12: 22954 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.45908, Loss: 2.101
 Epoque 0, batch 13: 22327 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.44654, Loss: 2.079
 Epoque 0, batch 14: 20740 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.4148, Loss: 2.0555
 Epoque 0, batch 15: 19863 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.39726, Loss: 2.033
 Epoque 0, batch 16: 18969 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.37938, Loss: 2.009
 Epoque 0, batch 17: 17751 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.35502, Loss: 1.984
 Epoque 0, batch 18: 16996 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.33992, Loss: 1.957
 Epoque 0, batch 19: 16344 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.32688, Loss: 1.930
 Epoque 0, batch 20: 16054 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.32108, Loss: 1.903
 Epoque 0, batch 21: 15510 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.3102, Loss: 1.8747
 Epoque 0, batch 22: 15300 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.306, Loss: 1.84605
 Epoque 0, batch 23: 14824 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.29648, Loss: 1.816
 Epoque 0, batch 24: 14416 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.28832, Loss: 1.785
 Epoque 0 fini: 2719 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.2719, Loss: 1.77193512
 Epoque 0 fini: 2805 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.2805, Loss: 1.77194233234
 Epoque 1, batch 0: 14336 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.28672, Loss: 1.7547
 Epoque 1, batch 1: 13974 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.27948, Loss: 1.7229
 Epoque 1, batch 2: 14302 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.28604, Loss: 1.6903
 Epoque 1, batch 3: 14297 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.28594, Loss: 1.6589
 Epoque 1, batch 4: 14457 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.28914, Loss: 1.6272
 Epoque 1, batch 5: 14261 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.28522, Loss: 1.5953
 Epoque 1, batch 6: 14074 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.28148, Loss: 1.5647
 Epoque 1, batch 7: 14026 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.28052, Loss: 1.5351
 Epoque 1, batch 8: 13876 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.27752, Loss: 1.5056
 Epoque 1, batch 9: 13726 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.27452, Loss: 1.4749
 Epoque 1, batch 10: 13346 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.26692, Loss: 1.445
 Epoque 1, batch 11: 12842 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.25684, Loss: 1.416
 Epoque 1, batch 12: 12526 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.25052, Loss: 1.387
 Epoque 1, batch 13: 12390 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.2478, Loss: 1.3611
 Epoque 1, batch 14: 12217 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.24434, Loss: 1.334
 Epoque 1, batch 15: 12373 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.24746, Loss: 1.309
 Epoque 1, batch 16: 12190 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.2438, Loss: 1.2840
 Epoque 1, batch 17: 12180 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.2436, Loss: 1.2590
 Epoque 1, batch 18: 11942 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.23884, Loss: 1.235
 Epoque 1, batch 19: 11773 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.23546, Loss: 1.212
 Epoque 1, batch 20: 11747 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.23494, Loss: 1.189
 Epoque 1, batch 21: 11506 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.23012, Loss: 1.168

Epoque 1, batch 22: 11449 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.22898, Loss: 1.147
 Epoque 1, batch 23: 11410 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.2282, Loss: 1.1275
 Epoque 1, batch 24: 11172 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.22344, Loss: 1.108
 Epoque 1 fini: 2055 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.2055, Loss: 1.07675905
 Epoque 1 fini: 2147 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.2147, Loss: 1.08345231354
 Ca nous a pris 97.220662 secondes.

Résultat 1, en utilisant les hyper-paramètres : reseauSizes=[784, 30, 10]

mu = 0.1
 epoque=2
 K_minibatch=2000
 lambda1=0.000001
 lambda2=0.000002

le taux d'erreur de test=21.5% * Epoque 1 fini: 2055 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.2055, Loss: 1.07675905773

- Epoque 1 fini: 2147 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.2147, Loss: 1.08345231354
- Ca nous a pris 97.220662 secondes.

In [538] :

ReseauMLP Entraînement commence...

Epoque 0, batch 0: 36736 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.73472, Loss: 2.2423
 Epoque 0, batch 1: 30329 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.60658, Loss: 2.1745
 Epoque 0, batch 2: 29269 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.58538, Loss: 2.0841
 Epoque 0, batch 3: 22850 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.457, Loss: 1.986047
 Epoque 0, batch 4: 21415 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.4283, Loss: 1.88680
 Epoque 0, batch 5: 19312 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.38624, Loss: 1.7724
 Epoque 0, batch 6: 18531 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.37062, Loss: 1.6609
 Epoque 0, batch 7: 16445 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.3289, Loss: 1.55489
 Epoque 0, batch 8: 16275 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.3255, Loss: 1.43353
 Epoque 0, batch 9: 14042 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.28084, Loss: 1.3353
 Epoque 0, batch 10: 14120 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.2824, Loss: 1.2573
 Epoque 0, batch 11: 16700 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.334, Loss: 1.18641
 Epoque 0, batch 12: 13467 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.26934, Loss: 1.108
 Epoque 0, batch 13: 14367 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.28734, Loss: 1.052
 Epoque 0, batch 14: 17982 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.35964, Loss: 1.142
 Epoque 0, batch 15: 21158 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.42316, Loss: 1.231
 Epoque 0, batch 16: 19588 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.39176, Loss: 1.157
 Epoque 0, batch 17: 13622 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.27244, Loss: 0.950
 Epoque 0, batch 18: 9488 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.18976, Loss: 0.8216
 Epoque 0, batch 19: 9389 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.18778, Loss: 0.7712
 Epoque 0, batch 20: 8495 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.1699, Loss: 0.74463
 Epoque 0, batch 21: 10018 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.20036, Loss: 0.729
 Epoque 0, batch 22: 9398 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.18796, Loss: 0.7176

Epoque 0, batch 23: 10162 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.20324, Loss: 0.6911
 Epoque 0, batch 24: 9897 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.19794, Loss: 0.6876
 Epoque 0, batch 25: 11794 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.23588, Loss: 0.7020
 Epoque 0, batch 26: 10552 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.21104, Loss: 0.6890
 Epoque 0, batch 27: 10636 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.21272, Loss: 0.6588
 Epoque 0, batch 28: 11059 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.22118, Loss: 0.6762
 Epoque 0, batch 29: 9682 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.19364, Loss: 0.6250
 Epoque 0, batch 30: 9930 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.1986, Loss: 0.63847
 Epoque 0, batch 31: 8525 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.1705, Loss: 0.58085
 Epoque 0, batch 32: 9283 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.18566, Loss: 0.6114
 Epoque 0, batch 33: 9920 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.1984, Loss: 0.63000
 Epoque 0, batch 34: 9295 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.1859, Loss: 0.61523
 Epoque 0, batch 35: 10293 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.20586, Loss: 0.653
 Epoque 0, batch 36: 9296 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.18592, Loss: 0.6123
 Epoque 0, batch 37: 7371 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.14742, Loss: 0.5332
 Epoque 0, batch 38: 6850 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.137, Loss: 0.508996
 Epoque 0, batch 39: 6538 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.13076, Loss: 0.4968
 Epoque 0, batch 40: 6897 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.13794, Loss: 0.5070
 Epoque 0, batch 41: 7061 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.14122, Loss: 0.5056
 Epoque 0, batch 42: 6395 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.1279, Loss: 0.47507
 Epoque 0, batch 43: 6888 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.13776, Loss: 0.4878
 Epoque 0, batch 44: 6646 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.13292, Loss: 0.4828
 Epoque 0, batch 45: 6682 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.13364, Loss: 0.4694
 Epoque 0, batch 46: 6475 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.1295, Loss: 0.47905
 Epoque 0, batch 47: 7103 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.14206, Loss: 0.4859
 Epoque 0, batch 48: 6733 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.13466, Loss: 0.4847
 Epoque 0, batch 49: 8736 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.17472, Loss: 0.5415
 Epoque 0, batch 50: 8783 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.17566, Loss: 0.5742
 Epoque 0, batch 51: 11221 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.22442, Loss: 0.659
 Epoque 0, batch 52: 8249 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.16498, Loss: 0.5218
 Epoque 0, batch 53: 7755 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.1551, Loss: 0.48625
 Epoque 0, batch 54: 6323 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.12646, Loss: 0.4561
 Epoque 0, batch 55: 6568 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.13136, Loss: 0.4396
 Epoque 0, batch 56: 6180 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.1236, Loss: 0.44532
 Epoque 0, batch 57: 7130 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.1426, Loss: 0.46301
 Epoque 0, batch 58: 6252 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.12504, Loss: 0.4445
 Epoque 0, batch 59: 6750 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.135, Loss: 0.450207
 Epoque 0, batch 60: 6114 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.12228, Loss: 0.4353
 Epoque 0, batch 61: 6708 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.13416, Loss: 0.4442
 Epoque 0, batch 62: 8102 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.16204, Loss: 0.5253
 Epoque 0 fini: 1447 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.1447, Loss: 0.47927323
 Epoque 0 fini: 1585 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.1585, Loss: 0.508787035165
 Epoque 1, batch 0: 7061 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.14122, Loss: 0.46092
 Epoque 1, batch 1: 6800 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.136, Loss: 0.4509484
 Epoque 1, batch 2: 5938 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.11876, Loss: 0.41100
 Epoque 1, batch 3: 5514 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.11028, Loss: 0.39530
 Epoque 1, batch 4: 5616 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.11232, Loss: 0.39898
 Epoque 1, batch 5: 5503 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.11006, Loss: 0.39273

Epoque 1, batch 6: 5750 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.115, Loss: 0.4002895
 Epoque 1, batch 7: 6375 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.1275, Loss: 0.423097
 Epoque 1, batch 8: 5500 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.11, Loss: 0.39377865
 Epoque 1, batch 9: 5620 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.1124, Loss: 0.391704
 Epoque 1, batch 10: 5461 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.10922, Loss: 0.3917
 Epoque 1, batch 11: 5630 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.1126, Loss: 0.39508
 Epoque 1, batch 12: 5831 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.11662, Loss: 0.3960
 Epoque 1, batch 13: 6027 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.12054, Loss: 0.4023
 Epoque 1, batch 14: 6792 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.13584, Loss: 0.4368
 Epoque 1, batch 15: 5811 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.11622, Loss: 0.4022
 Epoque 1, batch 16: 6575 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.1315, Loss: 0.41947
 Epoque 1, batch 17: 5994 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.11988, Loss: 0.4057
 Epoque 1, batch 18: 5740 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.1148, Loss: 0.39071
 Epoque 1, batch 19: 5339 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.10678, Loss: 0.3707
 Epoque 1, batch 20: 5255 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.1051, Loss: 0.37066
 Epoque 1, batch 21: 5360 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.1072, Loss: 0.36829
 Epoque 1, batch 22: 5288 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.10576, Loss: 0.3693
 Epoque 1, batch 23: 5142 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.10284, Loss: 0.3604
 Epoque 1, batch 24: 5285 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.1057, Loss: 0.36641
 Epoque 1, batch 25: 5690 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.1138, Loss: 0.39166
 Epoque 1, batch 26: 6110 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.1222, Loss: 0.40000
 Epoque 1, batch 27: 5938 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.11876, Loss: 0.4105
 Epoque 1, batch 28: 7832 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.15664, Loss: 0.4766
 Epoque 1, batch 29: 6132 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.12264, Loss: 0.4154
 Epoque 1, batch 30: 6024 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.12048, Loss: 0.3961
 Epoque 1, batch 31: 6365 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.1273, Loss: 0.43307
 Epoque 1, batch 32: 5506 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.11012, Loss: 0.3707
 Epoque 1, batch 33: 5214 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.10428, Loss: 0.3694
 Epoque 1, batch 34: 5071 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.10142, Loss: 0.3550
 Epoque 1, batch 35: 5039 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.10078, Loss: 0.3536
 Epoque 1, batch 36: 4949 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09898, Loss: 0.3473
 Epoque 1, batch 37: 5054 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.10108, Loss: 0.3531
 Epoque 1, batch 38: 5047 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.10094, Loss: 0.3561
 Epoque 1, batch 39: 4968 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09936, Loss: 0.3464
 Epoque 1, batch 40: 5079 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.10158, Loss: 0.3602
 Epoque 1, batch 41: 5213 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.10426, Loss: 0.3560
 Epoque 1, batch 42: 4898 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09796, Loss: 0.3418
 Epoque 1, batch 43: 4990 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0998, Loss: 0.34718
 Epoque 1, batch 44: 4955 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0991, Loss: 0.34508
 Epoque 1, batch 45: 5151 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.10302, Loss: 0.3497
 Epoque 1, batch 46: 4838 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09676, Loss: 0.3445
 Epoque 1, batch 47: 4798 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09596, Loss: 0.3402
 Epoque 1, batch 48: 4803 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09606, Loss: 0.3348
 Epoque 1, batch 49: 4996 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09992, Loss: 0.3472
 Epoque 1, batch 50: 4874 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09748, Loss: 0.3402
 Epoque 1, batch 51: 5137 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.10274, Loss: 0.3467
 Epoque 1, batch 52: 5164 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.10328, Loss: 0.3536
 Epoque 1, batch 53: 5006 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.10012, Loss: 0.3459

Epoque 1, batch 54: 4901 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09802, Loss: 0.3403
 Epoque 1, batch 55: 4931 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09862, Loss: 0.3379
 Epoque 1, batch 56: 4908 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09816, Loss: 0.3388
 Epoque 1, batch 57: 5335 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.1067, Loss: 0.35704
 Epoque 1, batch 58: 4922 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09844, Loss: 0.3373
 Epoque 1, batch 59: 5044 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.10088, Loss: 0.3488
 Epoque 1, batch 60: 5065 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.1013, Loss: 0.34270
 Epoque 1, batch 61: 4786 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09572, Loss: 0.3351
 Epoque 1, batch 62: 5654 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.11308, Loss: 0.3719
 Epoque 1 fini: 995 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0995, Loss: 0.340169799
 Epoque 1 fini: 1075 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.1075, Loss: 0.358755101815
 Epoque 2, batch 0: 4772 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09544, Loss: 0.33196
 Epoque 2, batch 1: 5690 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.1138, Loss: 0.371257
 Epoque 2, batch 2: 4654 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09308, Loss: 0.32434
 Epoque 2, batch 3: 4712 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09424, Loss: 0.32456
 Epoque 2, batch 4: 4662 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09324, Loss: 0.32518
 Epoque 2, batch 5: 4629 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09258, Loss: 0.32140
 Epoque 2, batch 6: 4670 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0934, Loss: 0.323935
 Epoque 2, batch 7: 4928 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09856, Loss: 0.33610
 Epoque 2, batch 8: 4593 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09186, Loss: 0.32343
 Epoque 2, batch 9: 4695 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0939, Loss: 0.325650
 Epoque 2, batch 10: 4602 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09204, Loss: 0.3222
 Epoque 2, batch 11: 4614 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09228, Loss: 0.3213
 Epoque 2, batch 12: 4698 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09396, Loss: 0.3201
 Epoque 2, batch 13: 4595 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0919, Loss: 0.31846
 Epoque 2, batch 14: 5058 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.10116, Loss: 0.3424
 Epoque 2, batch 15: 4641 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09282, Loss: 0.3215
 Epoque 2, batch 16: 4654 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09308, Loss: 0.3196
 Epoque 2, batch 17: 4535 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0907, Loss: 0.31517
 Epoque 2, batch 18: 4807 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09614, Loss: 0.3300
 Epoque 2, batch 19: 4543 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09086, Loss: 0.3134
 Epoque 2, batch 20: 4551 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09102, Loss: 0.3152
 Epoque 2, batch 21: 4611 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09222, Loss: 0.3158
 Epoque 2, batch 22: 4558 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09116, Loss: 0.3149
 Epoque 2, batch 23: 4445 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0889, Loss: 0.30910
 Epoque 2, batch 24: 4639 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09278, Loss: 0.3151
 Epoque 2, batch 25: 4793 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09586, Loss: 0.3288
 Epoque 2, batch 26: 4884 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09768, Loss: 0.3275
 Epoque 2, batch 27: 4572 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09144, Loss: 0.3191
 Epoque 2, batch 28: 5302 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.10604, Loss: 0.3436
 Epoque 2, batch 29: 4640 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0928, Loss: 0.31902
 Epoque 2, batch 30: 4479 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08958, Loss: 0.3115
 Epoque 2, batch 31: 4594 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09188, Loss: 0.3215
 Epoque 2, batch 32: 4437 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08874, Loss: 0.3051
 Epoque 2, batch 33: 4369 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08738, Loss: 0.3081
 Epoque 2, batch 34: 4361 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08722, Loss: 0.3051
 Epoque 2, batch 35: 4373 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08746, Loss: 0.3046
 Epoque 2, batch 36: 4289 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08578, Loss: 0.3008

Epoque 2, batch 37: 4484 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08968, Loss: 0.3084
 Epoque 2, batch 38: 4420 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0884, Loss: 0.31115
 Epoque 2, batch 39: 4341 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08682, Loss: 0.3008
 Epoque 2, batch 40: 4543 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09086, Loss: 0.3151
 Epoque 2, batch 41: 4519 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09038, Loss: 0.3077
 Epoque 2, batch 42: 4341 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08682, Loss: 0.2988
 Epoque 2, batch 43: 4274 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08548, Loss: 0.3015
 Epoque 2, batch 44: 4295 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0859, Loss: 0.30024
 Epoque 2, batch 45: 4548 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09096, Loss: 0.3071
 Epoque 2, batch 46: 4295 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0859, Loss: 0.30385
 Epoque 2, batch 47: 4258 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08516, Loss: 0.2996
 Epoque 2, batch 48: 4233 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08466, Loss: 0.2946
 Epoque 2, batch 49: 4382 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08764, Loss: 0.3062
 Epoque 2, batch 50: 4305 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0861, Loss: 0.29964
 Epoque 2, batch 51: 4391 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08782, Loss: 0.3021
 Epoque 2, batch 52: 4546 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09092, Loss: 0.3128
 Epoque 2, batch 53: 4423 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08846, Loss: 0.3035
 Epoque 2, batch 54: 4250 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.085, Loss: 0.297853
 Epoque 2, batch 55: 4253 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08506, Loss: 0.2956
 Epoque 2, batch 56: 4297 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08594, Loss: 0.2978
 Epoque 2, batch 57: 4517 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09034, Loss: 0.3072
 Epoque 2, batch 58: 4214 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08428, Loss: 0.2940
 Epoque 2, batch 59: 4293 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08586, Loss: 0.2991
 Epoque 2, batch 60: 4406 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08812, Loss: 0.2999
 Epoque 2, batch 61: 4149 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08298, Loss: 0.2930
 Epoque 2, batch 62: 4666 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09332, Loss: 0.3139
 Epoque 2 fini: 843 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0843, Loss: 0.291433158
 Epoque 2 fini: 899 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0899, Loss: 0.303931453366
 Epoque 3, batch 0: 4147 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08294, Loss: 0.29145
 Epoque 3, batch 1: 4816 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.09632, Loss: 0.31810
 Epoque 3, batch 2: 4116 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08232, Loss: 0.28720
 Epoque 3, batch 3: 4220 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0844, Loss: 0.291902
 Epoque 3, batch 4: 4132 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08264, Loss: 0.28826
 Epoque 3, batch 5: 4113 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08226, Loss: 0.28661
 Epoque 3, batch 6: 4131 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08262, Loss: 0.28817
 Epoque 3, batch 7: 4321 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08642, Loss: 0.29787
 Epoque 3, batch 8: 4120 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0824, Loss: 0.289535
 Epoque 3, batch 9: 4230 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0846, Loss: 0.292853
 Epoque 3, batch 10: 4151 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08302, Loss: 0.2908
 Epoque 3, batch 11: 4070 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0814, Loss: 0.28651
 Epoque 3, batch 12: 4176 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08352, Loss: 0.2856
 Epoque 3, batch 13: 4079 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08158, Loss: 0.2832
 Epoque 3, batch 14: 4429 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08858, Loss: 0.3025
 Epoque 3, batch 15: 4202 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08404, Loss: 0.2903
 Epoque 3, batch 16: 4127 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08254, Loss: 0.2850
 Epoque 3, batch 17: 4055 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0811, Loss: 0.28142
 Epoque 3, batch 18: 4245 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0849, Loss: 0.29380
 Epoque 3, batch 19: 4058 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08116, Loss: 0.2811

Epoque 3, batch 20: 4140 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0828, Loss: 0.28603
 Epoque 3, batch 21: 4173 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08346, Loss: 0.2860
 Epoque 3, batch 22: 4112 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08224, Loss: 0.2841
 Epoque 3, batch 23: 4012 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08024, Loss: 0.2787
 Epoque 3, batch 24: 4128 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08256, Loss: 0.2820
 Epoque 3, batch 25: 4260 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0852, Loss: 0.29247
 Epoque 3, batch 26: 4233 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08466, Loss: 0.2893
 Epoque 3, batch 27: 4063 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08126, Loss: 0.2830
 Epoque 3, batch 28: 4387 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08774, Loss: 0.2951
 Epoque 3, batch 29: 4054 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08108, Loss: 0.2811
 Epoque 3, batch 30: 4071 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08142, Loss: 0.2813
 Epoque 3, batch 31: 4077 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08154, Loss: 0.2848
 Epoque 3, batch 32: 3993 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07986, Loss: 0.2759
 Epoque 3, batch 33: 3977 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07954, Loss: 0.2783
 Epoque 3, batch 34: 3960 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0792, Loss: 0.27645
 Epoque 3, batch 35: 3949 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07898, Loss: 0.2750
 Epoque 3, batch 36: 3895 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0779, Loss: 0.27226
 Epoque 3, batch 37: 4025 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0805, Loss: 0.27902
 Epoque 3, batch 38: 4015 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0803, Loss: 0.28046
 Epoque 3, batch 39: 3906 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07812, Loss: 0.2716
 Epoque 3, batch 40: 4081 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08162, Loss: 0.2844
 Epoque 3, batch 41: 4012 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08024, Loss: 0.2761
 Epoque 3, batch 42: 3937 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07874, Loss: 0.2710
 Epoque 3, batch 43: 3859 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07718, Loss: 0.2729
 Epoque 3, batch 44: 3881 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07762, Loss: 0.2720
 Epoque 3, batch 45: 4083 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08166, Loss: 0.2785
 Epoque 3, batch 46: 3935 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0787, Loss: 0.27769
 Epoque 3, batch 47: 3873 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07746, Loss: 0.2727
 Epoque 3, batch 48: 3825 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0765, Loss: 0.26749
 Epoque 3, batch 49: 3931 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07862, Loss: 0.2772
 Epoque 3, batch 50: 3862 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07724, Loss: 0.2716
 Epoque 3, batch 51: 3965 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0793, Loss: 0.27377
 Epoque 3, batch 52: 4104 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08208, Loss: 0.2846
 Epoque 3, batch 53: 4015 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0803, Loss: 0.27634
 Epoque 3, batch 54: 3804 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07608, Loss: 0.2697
 Epoque 3, batch 55: 3871 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07742, Loss: 0.2680
 Epoque 3, batch 56: 3830 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0766, Loss: 0.26952
 Epoque 3, batch 57: 3948 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07896, Loss: 0.2733
 Epoque 3, batch 58: 3776 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07552, Loss: 0.2654
 Epoque 3, batch 59: 3835 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0767, Loss: 0.26981
 Epoque 3, batch 60: 4003 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08006, Loss: 0.2738
 Epoque 3, batch 61: 3755 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0751, Loss: 0.26688
 Epoque 3, batch 62: 4158 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08316, Loss: 0.2815
 Epoque 3 fini: 768 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0768, Loss: 0.264556825
 Epoque 3 fini: 797 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0797, Loss: 0.273897052651
 Epoque 4, batch 0: 3791 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07582, Loss: 0.26553
 Epoque 4, batch 1: 4261 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.08522, Loss: 0.28467
 Epoque 4, batch 2: 3754 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07508, Loss: 0.26164

Epoque 4, batch 3: 3838 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07676, Loss: 0.26779
 Epoque 4, batch 4: 3771 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07542, Loss: 0.26273
 Epoque 4, batch 5: 3683 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07366, Loss: 0.26203
 Epoque 4, batch 6: 3771 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07542, Loss: 0.26272
 Epoque 4, batch 7: 3906 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07812, Loss: 0.27046
 Epoque 4, batch 8: 3745 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0749, Loss: 0.264832
 Epoque 4, batch 9: 3837 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07674, Loss: 0.26830
 Epoque 4, batch 10: 3776 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07552, Loss: 0.2666
 Epoque 4, batch 11: 3696 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07392, Loss: 0.2612
 Epoque 4, batch 12: 3805 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0761, Loss: 0.26126
 Epoque 4, batch 13: 3739 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07478, Loss: 0.2589
 Epoque 4, batch 14: 3952 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07904, Loss: 0.2754
 Epoque 4, batch 15: 3897 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07794, Loss: 0.2687
 Epoque 4, batch 16: 3721 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07442, Loss: 0.2605
 Epoque 4, batch 17: 3676 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07352, Loss: 0.2569
 Epoque 4, batch 18: 3889 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07778, Loss: 0.2666
 Epoque 4, batch 19: 3707 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07414, Loss: 0.2570
 Epoque 4, batch 20: 3766 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07532, Loss: 0.2637
 Epoque 4, batch 21: 3839 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07678, Loss: 0.2632
 Epoque 4, batch 22: 3769 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07538, Loss: 0.2602
 Epoque 4, batch 23: 3702 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07404, Loss: 0.2559
 Epoque 4, batch 24: 3692 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07384, Loss: 0.2570
 Epoque 4, batch 25: 3857 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07714, Loss: 0.2646
 Epoque 4, batch 26: 3794 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07588, Loss: 0.2624
 Epoque 4, batch 27: 3694 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07388, Loss: 0.2590
 Epoque 4, batch 28: 3941 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07882, Loss: 0.2665
 Epoque 4, batch 29: 3701 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07402, Loss: 0.2563
 Epoque 4, batch 30: 3713 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07426, Loss: 0.2589
 Epoque 4, batch 31: 3714 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07428, Loss: 0.2598
 Epoque 4, batch 32: 3665 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0733, Loss: 0.25376
 Epoque 4, batch 33: 3655 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0731, Loss: 0.25633
 Epoque 4, batch 34: 3623 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07246, Loss: 0.2541
 Epoque 4, batch 35: 3604 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07208, Loss: 0.2525
 Epoque 4, batch 36: 3568 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07136, Loss: 0.2504
 Epoque 4, batch 37: 3687 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07374, Loss: 0.2566
 Epoque 4, batch 38: 3669 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07338, Loss: 0.2558
 Epoque 4, batch 39: 3598 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07196, Loss: 0.2493
 Epoque 4, batch 40: 3709 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07418, Loss: 0.2608
 Epoque 4, batch 41: 3645 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0729, Loss: 0.25260
 Epoque 4, batch 42: 3612 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07224, Loss: 0.2497
 Epoque 4, batch 43: 3553 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07106, Loss: 0.2514
 Epoque 4, batch 44: 3565 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0713, Loss: 0.25012
 Epoque 4, batch 45: 3750 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.075, Loss: 0.256017
 Epoque 4, batch 46: 3632 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07264, Loss: 0.2569
 Epoque 4, batch 47: 3591 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07182, Loss: 0.2524
 Epoque 4, batch 48: 3491 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06982, Loss: 0.2462
 Epoque 4, batch 49: 3595 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0719, Loss: 0.25487
 Epoque 4, batch 50: 3503 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07006, Loss: 0.2501

Epoque 4, batch 51: 3642 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07284, Loss: 0.25307
 Epoque 4, batch 52: 3800 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.076, Loss: 0.261772
 Epoque 4, batch 53: 3692 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07384, Loss: 0.2543
 Epoque 4, batch 54: 3496 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06992, Loss: 0.2481
 Epoque 4, batch 55: 3541 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07082, Loss: 0.2469
 Epoque 4, batch 56: 3501 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07002, Loss: 0.2480
 Epoque 4, batch 57: 3575 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0715, Loss: 0.24936
 Epoque 4, batch 58: 3464 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06928, Loss: 0.2444
 Epoque 4, batch 59: 3518 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07036, Loss: 0.2491
 Epoque 4, batch 60: 3688 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07376, Loss: 0.2540
 Epoque 4, batch 61: 3466 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06932, Loss: 0.2465
 Epoque 4, batch 62: 3782 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07564, Loss: 0.2582
 Epoque 4 fini: 706 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0706, Loss: 0.245657907
 Epoque 4 fini: 742 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0742, Loss: 0.252931511276
 Epoque 5, batch 0: 3463 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06926, Loss: 0.24535
 Epoque 5, batch 1: 3827 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07654, Loss: 0.26016
 Epoque 5, batch 2: 3438 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06876, Loss: 0.24198
 Epoque 5, batch 3: 3561 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07122, Loss: 0.24820
 Epoque 5, batch 4: 3458 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06916, Loss: 0.24311
 Epoque 5, batch 5: 3441 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06882, Loss: 0.24255
 Epoque 5, batch 6: 3467 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06934, Loss: 0.24278
 Epoque 5, batch 7: 3592 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07184, Loss: 0.24886
 Epoque 5, batch 8: 3482 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06964, Loss: 0.24515
 Epoque 5, batch 9: 3535 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0707, Loss: 0.248388
 Epoque 5, batch 10: 3482 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06964, Loss: 0.2470
 Epoque 5, batch 11: 3426 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06852, Loss: 0.2412
 Epoque 5, batch 12: 3499 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06998, Loss: 0.2422
 Epoque 5, batch 13: 3438 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06876, Loss: 0.2398
 Epoque 5, batch 14: 3661 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07322, Loss: 0.2558
 Epoque 5, batch 15: 3632 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07264, Loss: 0.2505
 Epoque 5, batch 16: 3410 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0682, Loss: 0.24103
 Epoque 5, batch 17: 3370 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0674, Loss: 0.23788
 Epoque 5, batch 18: 3595 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0719, Loss: 0.24560
 Epoque 5, batch 19: 3401 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06802, Loss: 0.2381
 Epoque 5, batch 20: 3515 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0703, Loss: 0.24557
 Epoque 5, batch 21: 3580 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0716, Loss: 0.24501
 Epoque 5, batch 22: 3503 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07006, Loss: 0.2415
 Epoque 5, batch 23: 3435 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0687, Loss: 0.23796
 Epoque 5, batch 24: 3407 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06814, Loss: 0.2376
 Epoque 5, batch 25: 3572 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07144, Loss: 0.2444
 Epoque 5, batch 26: 3523 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07046, Loss: 0.2432
 Epoque 5, batch 27: 3436 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06872, Loss: 0.2409
 Epoque 5, batch 28: 3589 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07178, Loss: 0.2456
 Epoque 5, batch 29: 3413 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06826, Loss: 0.2365
 Epoque 5, batch 30: 3412 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06824, Loss: 0.2403
 Epoque 5, batch 31: 3434 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06868, Loss: 0.2407
 Epoque 5, batch 32: 3403 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06806, Loss: 0.2360
 Epoque 5, batch 33: 3403 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06806, Loss: 0.2377

Epoque 5, batch 34: 3390 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0678, Loss: 0.236108
 Epoque 5, batch 35: 3328 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06656, Loss: 0.23468
 Epoque 5, batch 36: 3329 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06658, Loss: 0.23299
 Epoque 5, batch 37: 3413 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06826, Loss: 0.23833
 Epoque 5, batch 38: 3390 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0678, Loss: 0.23649
 Epoque 5, batch 39: 3322 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06644, Loss: 0.23173
 Epoque 5, batch 40: 3463 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06926, Loss: 0.24208
 Epoque 5, batch 41: 3377 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06754, Loss: 0.23371
 Epoque 5, batch 42: 3368 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06736, Loss: 0.23299
 Epoque 5, batch 43: 3334 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06668, Loss: 0.23411
 Epoque 5, batch 44: 3337 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06674, Loss: 0.23273
 Epoque 5, batch 45: 3510 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0702, Loss: 0.23809
 Epoque 5, batch 46: 3352 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06704, Loss: 0.23921
 Epoque 5, batch 47: 3328 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06656, Loss: 0.23561
 Epoque 5, batch 48: 3260 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0652, Loss: 0.22938
 Epoque 5, batch 49: 3374 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06748, Loss: 0.23674
 Epoque 5, batch 50: 3267 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06534, Loss: 0.23299
 Epoque 5, batch 51: 3391 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06782, Loss: 0.23583
 Epoque 5, batch 52: 3541 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.07082, Loss: 0.24341
 Epoque 5, batch 53: 3439 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06878, Loss: 0.23741
 Epoque 5, batch 54: 3256 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06512, Loss: 0.23133
 Epoque 5, batch 55: 3297 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06594, Loss: 0.22976
 Epoque 5, batch 56: 3285 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0657, Loss: 0.23101
 Epoque 5, batch 57: 3311 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06622, Loss: 0.23099
 Epoque 5, batch 58: 3266 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06532, Loss: 0.22788
 Epoque 5, batch 59: 3255 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0651, Loss: 0.23250
 Epoque 5, batch 60: 3454 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06908, Loss: 0.23700
 Epoque 5, batch 61: 3244 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06488, Loss: 0.23021
 Epoque 5, batch 62: 3510 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0702, Loss: 0.24009
 Epoque 5 fini: 647 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0647, Loss: 0.2310315022
 Epoque 5 fini: 689 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0689, Loss: 0.237213602285
 Epoque 6, batch 0: 3241 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06482, Loss: 0.22902
 Epoque 6, batch 1: 3525 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0705, Loss: 0.241047
 Epoque 6, batch 2: 3226 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06452, Loss: 0.22588
 Epoque 6, batch 3: 3347 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06694, Loss: 0.23164
 Epoque 6, batch 4: 3266 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06532, Loss: 0.22706
 Epoque 6, batch 5: 3252 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06504, Loss: 0.22688
 Epoque 6, batch 6: 3236 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06472, Loss: 0.22675
 Epoque 6, batch 7: 3337 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06674, Loss: 0.23189
 Epoque 6, batch 8: 3268 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06536, Loss: 0.22976
 Epoque 6, batch 9: 3303 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06606, Loss: 0.23252
 Epoque 6, batch 10: 3279 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06558, Loss: 0.23121
 Epoque 6, batch 11: 3200 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.064, Loss: 0.225718
 Epoque 6, batch 12: 3274 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06548, Loss: 0.22711
 Epoque 6, batch 13: 3248 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06496, Loss: 0.22478
 Epoque 6, batch 14: 3437 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06874, Loss: 0.24054
 Epoque 6, batch 15: 3424 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06848, Loss: 0.23621
 Epoque 6, batch 16: 3185 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0637, Loss: 0.22542

Epoque 6, batch 17: 3152 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06304, Loss: 0.2224
 Epoque 6, batch 18: 3351 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06702, Loss: 0.2288
 Epoque 6, batch 19: 3188 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06376, Loss: 0.2226
 Epoque 6, batch 20: 3310 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0662, Loss: 0.23072
 Epoque 6, batch 21: 3359 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06718, Loss: 0.2296
 Epoque 6, batch 22: 3272 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06544, Loss: 0.2259
 Epoque 6, batch 23: 3215 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0643, Loss: 0.22323
 Epoque 6, batch 24: 3198 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06396, Loss: 0.2221
 Epoque 6, batch 25: 3354 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06708, Loss: 0.2288
 Epoque 6, batch 26: 3299 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06598, Loss: 0.2273
 Epoque 6, batch 27: 3253 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06506, Loss: 0.2262
 Epoque 6, batch 28: 3352 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06704, Loss: 0.2294
 Epoque 6, batch 29: 3167 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06334, Loss: 0.2213
 Epoque 6, batch 30: 3214 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06428, Loss: 0.2257
 Epoque 6, batch 31: 3210 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0642, Loss: 0.22601
 Epoque 6, batch 32: 3218 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06436, Loss: 0.2215
 Epoque 6, batch 33: 3210 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0642, Loss: 0.22224
 Epoque 6, batch 34: 3187 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06374, Loss: 0.2217
 Epoque 6, batch 35: 3126 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06252, Loss: 0.2202
 Epoque 6, batch 36: 3146 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06292, Loss: 0.2188
 Epoque 6, batch 37: 3191 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06382, Loss: 0.2238
 Epoque 6, batch 38: 3182 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06364, Loss: 0.2211
 Epoque 6, batch 39: 3134 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06268, Loss: 0.2177
 Epoque 6, batch 40: 3259 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06518, Loss: 0.2259
 Epoque 6, batch 41: 3149 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06298, Loss: 0.2187
 Epoque 6, batch 42: 3168 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06336, Loss: 0.2188
 Epoque 6, batch 43: 3130 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0626, Loss: 0.21983
 Epoque 6, batch 44: 3137 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06274, Loss: 0.2184
 Epoque 6, batch 45: 3282 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06564, Loss: 0.2234
 Epoque 6, batch 46: 3156 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06312, Loss: 0.2239
 Epoque 6, batch 47: 3148 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06296, Loss: 0.2218
 Epoque 6, batch 48: 3079 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06158, Loss: 0.2155
 Epoque 6, batch 49: 3148 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06296, Loss: 0.2217
 Epoque 6, batch 50: 3074 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06148, Loss: 0.2186
 Epoque 6, batch 51: 3199 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06398, Loss: 0.2211
 Epoque 6, batch 52: 3319 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06638, Loss: 0.2283
 Epoque 6, batch 53: 3218 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06436, Loss: 0.2231
 Epoque 6, batch 54: 3054 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06108, Loss: 0.2170
 Epoque 6, batch 55: 3091 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06182, Loss: 0.2155
 Epoque 6, batch 56: 3110 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0622, Loss: 0.21705
 Epoque 6, batch 57: 3090 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0618, Loss: 0.21653
 Epoque 6, batch 58: 3087 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06174, Loss: 0.2141
 Epoque 6, batch 59: 3094 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06188, Loss: 0.2190
 Epoque 6, batch 60: 3248 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06496, Loss: 0.2236
 Epoque 6, batch 61: 3070 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0614, Loss: 0.21682
 Epoque 6, batch 62: 3273 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06546, Loss: 0.2252
 Epoque 6 fini: 607 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0607, Loss: 0.218901919
 Epoque 6 fini: 655 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0655, Loss: 0.224780467962

Epoque 7, batch 0: 3068 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06136, Loss: 0.21540
 Epoque 7, batch 1: 3249 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06498, Loss: 0.22422
 Epoque 7, batch 2: 3059 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06118, Loss: 0.21261
 Epoque 7, batch 3: 3142 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06284, Loss: 0.21791
 Epoque 7, batch 4: 3069 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06138, Loss: 0.21400
 Epoque 7, batch 5: 3058 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06116, Loss: 0.21349
 Epoque 7, batch 6: 3045 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0609, Loss: 0.213224
 Epoque 7, batch 7: 3118 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06236, Loss: 0.21734
 Epoque 7, batch 8: 3130 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0626, Loss: 0.216979
 Epoque 7, batch 9: 3097 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06194, Loss: 0.21898
 Epoque 7, batch 10: 3084 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06168, Loss: 0.2171
 Epoque 7, batch 11: 3034 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06068, Loss: 0.2122
 Epoque 7, batch 12: 3104 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06208, Loss: 0.2141
 Epoque 7, batch 13: 3060 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0612, Loss: 0.21203
 Epoque 7, batch 14: 3274 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06548, Loss: 0.2274
 Epoque 7, batch 15: 3201 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06402, Loss: 0.2224
 Epoque 7, batch 16: 3004 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06008, Loss: 0.2126
 Epoque 7, batch 17: 2990 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0598, Loss: 0.20952
 Epoque 7, batch 18: 3134 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06268, Loss: 0.2149
 Epoque 7, batch 19: 3020 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0604, Loss: 0.21003
 Epoque 7, batch 20: 3143 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06286, Loss: 0.2173
 Epoque 7, batch 21: 3140 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0628, Loss: 0.21611
 Epoque 7, batch 22: 3083 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06166, Loss: 0.2127
 Epoque 7, batch 23: 3047 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06094, Loss: 0.2112
 Epoque 7, batch 24: 3025 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0605, Loss: 0.20949
 Epoque 7, batch 25: 3123 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06246, Loss: 0.2149
 Epoque 7, batch 26: 3093 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06186, Loss: 0.2135
 Epoque 7, batch 27: 3071 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06142, Loss: 0.2139
 Epoque 7, batch 28: 3140 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0628, Loss: 0.21562
 Epoque 7, batch 29: 3003 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06006, Loss: 0.2078
 Epoque 7, batch 30: 3065 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0613, Loss: 0.21330
 Epoque 7, batch 31: 3026 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06052, Loss: 0.2129
 Epoque 7, batch 32: 3011 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06022, Loss: 0.2087
 Epoque 7, batch 33: 3024 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06048, Loss: 0.2092
 Epoque 7, batch 34: 3026 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06052, Loss: 0.2093
 Epoque 7, batch 35: 2958 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05916, Loss: 0.2079
 Epoque 7, batch 36: 2982 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05964, Loss: 0.2065
 Epoque 7, batch 37: 3024 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06048, Loss: 0.2111
 Epoque 7, batch 38: 3001 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06002, Loss: 0.2078
 Epoque 7, batch 39: 2964 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05928, Loss: 0.2053
 Epoque 7, batch 40: 3063 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06126, Loss: 0.2119
 Epoque 7, batch 41: 2952 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05904, Loss: 0.2057
 Epoque 7, batch 42: 3000 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06, Loss: 0.2066366
 Epoque 7, batch 43: 2926 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05852, Loss: 0.2072
 Epoque 7, batch 44: 2972 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05944, Loss: 0.2062
 Epoque 7, batch 45: 3080 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0616, Loss: 0.21082
 Epoque 7, batch 46: 3008 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06016, Loss: 0.2109
 Epoque 7, batch 47: 2982 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05964, Loss: 0.2098

Epoque 7, batch 48: 2916 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05832, Loss: 0.2035
 Epoque 7, batch 49: 2962 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05924, Loss: 0.2089
 Epoque 7, batch 50: 2910 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0582, Loss: 0.20618
 Epoque 7, batch 51: 3035 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0607, Loss: 0.20895
 Epoque 7, batch 52: 3115 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0623, Loss: 0.21450
 Epoque 7, batch 53: 3023 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06046, Loss: 0.2103
 Epoque 7, batch 54: 2885 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0577, Loss: 0.20454
 Epoque 7, batch 55: 2930 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0586, Loss: 0.20352
 Epoque 7, batch 56: 2940 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0588, Loss: 0.20500
 Epoque 7, batch 57: 2900 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.058, Loss: 0.204272
 Epoque 7, batch 58: 2919 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05838, Loss: 0.2023
 Epoque 7, batch 59: 2951 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05902, Loss: 0.2070
 Epoque 7, batch 60: 3053 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06106, Loss: 0.2108
 Epoque 7, batch 61: 2908 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05816, Loss: 0.2046
 Epoque 7, batch 62: 3107 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06214, Loss: 0.2122
 Epoque 7 fini: 566 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0566, Loss: 0.208266302
 Epoque 7 fini: 629 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0629, Loss: 0.213620826468
 Epoque 8, batch 0: 2887 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05774, Loss: 0.20417
 Epoque 8, batch 1: 3048 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06096, Loss: 0.21124
 Epoque 8, batch 2: 2882 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05764, Loss: 0.20107
 Epoque 8, batch 3: 2950 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.059, Loss: 0.2057919
 Epoque 8, batch 4: 2906 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05812, Loss: 0.20244
 Epoque 8, batch 5: 2898 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05796, Loss: 0.20201
 Epoque 8, batch 6: 2884 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05768, Loss: 0.20135
 Epoque 8, batch 7: 2954 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05908, Loss: 0.20566
 Epoque 8, batch 8: 2969 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05938, Loss: 0.20549
 Epoque 8, batch 9: 2932 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05864, Loss: 0.20660
 Epoque 8, batch 10: 2927 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05854, Loss: 0.2046
 Epoque 8, batch 11: 2901 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05802, Loss: 0.2009
 Epoque 8, batch 12: 2921 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05842, Loss: 0.2031
 Epoque 8, batch 13: 2903 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05806, Loss: 0.2009
 Epoque 8, batch 14: 3091 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06182, Loss: 0.2162
 Epoque 8, batch 15: 3012 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06024, Loss: 0.2105
 Epoque 8, batch 16: 2852 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05704, Loss: 0.2011
 Epoque 8, batch 17: 2842 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05684, Loss: 0.1981
 Epoque 8, batch 18: 2965 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0593, Loss: 0.20268
 Epoque 8, batch 19: 2845 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0569, Loss: 0.19873
 Epoque 8, batch 20: 2981 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05962, Loss: 0.2062
 Epoque 8, batch 21: 3002 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.06004, Loss: 0.2046
 Epoque 8, batch 22: 2913 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05826, Loss: 0.2011
 Epoque 8, batch 23: 2900 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.058, Loss: 0.200263
 Epoque 8, batch 24: 2883 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05766, Loss: 0.1980
 Epoque 8, batch 25: 2983 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05966, Loss: 0.2034
 Epoque 8, batch 26: 2890 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0578, Loss: 0.20146
 Epoque 8, batch 27: 2918 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05836, Loss: 0.2027
 Epoque 8, batch 28: 2970 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0594, Loss: 0.20392
 Epoque 8, batch 29: 2849 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05698, Loss: 0.1965
 Epoque 8, batch 30: 2914 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05828, Loss: 0.2018

Epoque 8, batch 31: 2867 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05734, Loss: 0.2019
 Epoque 8, batch 32: 2852 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05704, Loss: 0.1974
 Epoque 8, batch 33: 2855 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0571, Loss: 0.19759
 Epoque 8, batch 34: 2864 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05728, Loss: 0.1985
 Epoque 8, batch 35: 2815 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0563, Loss: 0.19710
 Epoque 8, batch 36: 2834 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05668, Loss: 0.1958
 Epoque 8, batch 37: 2883 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05766, Loss: 0.2000
 Epoque 8, batch 38: 2816 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05632, Loss: 0.1964
 Epoque 8, batch 39: 2814 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05628, Loss: 0.1944
 Epoque 8, batch 40: 2913 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05826, Loss: 0.1999
 Epoque 8, batch 41: 2810 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0562, Loss: 0.19470
 Epoque 8, batch 42: 2849 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05698, Loss: 0.1958
 Epoque 8, batch 43: 2782 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05564, Loss: 0.1961
 Epoque 8, batch 44: 2810 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0562, Loss: 0.19540
 Epoque 8, batch 45: 2914 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05828, Loss: 0.1997
 Epoque 8, batch 46: 2856 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05712, Loss: 0.1994
 Epoque 8, batch 47: 2860 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0572, Loss: 0.19973
 Epoque 8, batch 48: 2760 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0552, Loss: 0.19281
 Epoque 8, batch 49: 2798 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05596, Loss: 0.1973
 Epoque 8, batch 50: 2765 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0553, Loss: 0.19494
 Epoque 8, batch 51: 2880 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0576, Loss: 0.19785
 Epoque 8, batch 52: 2956 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05912, Loss: 0.2028
 Epoque 8, batch 53: 2874 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05748, Loss: 0.1993
 Epoque 8, batch 54: 2727 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05454, Loss: 0.1937
 Epoque 8, batch 55: 2774 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05548, Loss: 0.1929
 Epoque 8, batch 56: 2789 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05578, Loss: 0.1943
 Epoque 8, batch 57: 2761 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05522, Loss: 0.1936
 Epoque 8, batch 58: 2775 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0555, Loss: 0.19218
 Epoque 8, batch 59: 2819 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05638, Loss: 0.1967
 Epoque 8, batch 60: 2879 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05758, Loss: 0.1996
 Epoque 8, batch 61: 2754 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05508, Loss: 0.1941
 Epoque 8, batch 62: 2936 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05872, Loss: 0.2002
 Epoque 8 fini: 557 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0557, Loss: 0.198772516
 Epoque 8 fini: 594 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0594, Loss: 0.202804183945
 Epoque 9, batch 0: 2746 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05492, Loss: 0.19392
 Epoque 9, batch 1: 2866 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05732, Loss: 0.19892
 Epoque 9, batch 2: 2734 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05468, Loss: 0.19089
 Epoque 9, batch 3: 2810 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0562, Loss: 0.194848
 Epoque 9, batch 4: 2758 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05516, Loss: 0.19237
 Epoque 9, batch 5: 2737 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05474, Loss: 0.19173
 Epoque 9, batch 6: 2721 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05442, Loss: 0.19094
 Epoque 9, batch 7: 2798 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05596, Loss: 0.19549
 Epoque 9, batch 8: 2813 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05626, Loss: 0.19525
 Epoque 9, batch 9: 2784 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05568, Loss: 0.19580
 Epoque 9, batch 10: 2782 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05564, Loss: 0.1939
 Epoque 9, batch 11: 2741 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05482, Loss: 0.1909
 Epoque 9, batch 12: 2788 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05576, Loss: 0.1928
 Epoque 9, batch 13: 2753 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05506, Loss: 0.1910

Epoque 9, batch 14: 2939 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05878, Loss: 0.2054
 Epoque 9, batch 15: 2824 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05648, Loss: 0.1993
 Epoque 9, batch 16: 2720 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0544, Loss: 0.19082
 Epoque 9, batch 17: 2687 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05374, Loss: 0.1882
 Epoque 9, batch 18: 2806 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05612, Loss: 0.1921
 Epoque 9, batch 19: 2685 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0537, Loss: 0.18892
 Epoque 9, batch 20: 2831 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05662, Loss: 0.1958
 Epoque 9, batch 21: 2855 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0571, Loss: 0.19413
 Epoque 9, batch 22: 2765 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0553, Loss: 0.19087
 Epoque 9, batch 23: 2749 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05498, Loss: 0.1903
 Epoque 9, batch 24: 2737 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05474, Loss: 0.1880
 Epoque 9, batch 25: 2820 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0564, Loss: 0.19305
 Epoque 9, batch 26: 2731 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05462, Loss: 0.1909
 Epoque 9, batch 27: 2758 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05516, Loss: 0.1928
 Epoque 9, batch 28: 2793 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05586, Loss: 0.1933
 Epoque 9, batch 29: 2715 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0543, Loss: 0.18645
 Epoque 9, batch 30: 2773 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05546, Loss: 0.1920
 Epoque 9, batch 31: 2738 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05476, Loss: 0.1916
 Epoque 9, batch 32: 2720 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0544, Loss: 0.18759
 Epoque 9, batch 33: 2702 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05404, Loss: 0.1870
 Epoque 9, batch 34: 2704 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05408, Loss: 0.1886
 Epoque 9, batch 35: 2683 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05366, Loss: 0.1870
 Epoque 9, batch 36: 2698 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05396, Loss: 0.1862
 Epoque 9, batch 37: 2729 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05458, Loss: 0.1900
 Epoque 9, batch 38: 2698 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05396, Loss: 0.1863
 Epoque 9, batch 39: 2692 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05384, Loss: 0.1851
 Epoque 9, batch 40: 2785 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0557, Loss: 0.18977
 Epoque 9, batch 41: 2662 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05324, Loss: 0.1849
 Epoque 9, batch 42: 2724 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05448, Loss: 0.1862
 Epoque 9, batch 43: 2649 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05298, Loss: 0.1860
 Epoque 9, batch 44: 2679 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05358, Loss: 0.1855
 Epoque 9, batch 45: 2763 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05526, Loss: 0.1896
 Epoque 9, batch 46: 2728 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05456, Loss: 0.1893
 Epoque 9, batch 47: 2721 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05442, Loss: 0.1901
 Epoque 9, batch 48: 2616 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05232, Loss: 0.1834
 Epoque 9, batch 49: 2669 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05338, Loss: 0.1870
 Epoque 9, batch 50: 2621 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05242, Loss: 0.1853
 Epoque 9, batch 51: 2730 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0546, Loss: 0.18858
 Epoque 9, batch 52: 2824 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05648, Loss: 0.1922
 Epoque 9, batch 53: 2744 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05488, Loss: 0.1896
 Epoque 9, batch 54: 2608 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05216, Loss: 0.1840
 Epoque 9, batch 55: 2651 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05302, Loss: 0.1834
 Epoque 9, batch 56: 2647 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05294, Loss: 0.1848
 Epoque 9, batch 57: 2649 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05298, Loss: 0.1845
 Epoque 9, batch 58: 2647 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05294, Loss: 0.1830
 Epoque 9, batch 59: 2665 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0533, Loss: 0.18666
 Epoque 9, batch 60: 2716 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05432, Loss: 0.1893
 Epoque 9, batch 61: 2627 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05254, Loss: 0.1847

Epoque 9, batch 62: 2792 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05584, Loss: 0.19120
 Epoque 9 fini: 531 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0531, Loss: 0.191930118
 Epoque 9 fini: 582 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0582, Loss: 0.195096025742
 Epoque 10, batch 0: 2629 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05258, Loss: 0.1847
 Epoque 10, batch 1: 2724 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05448, Loss: 0.1887
 Epoque 10, batch 2: 2644 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05288, Loss: 0.1816
 Epoque 10, batch 3: 2688 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05376, Loss: 0.1851
 Epoque 10, batch 4: 2626 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05252, Loss: 0.1834
 Epoque 10, batch 5: 2621 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05242, Loss: 0.1825
 Epoque 10, batch 6: 2612 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05224, Loss: 0.1816
 Epoque 10, batch 7: 2672 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05344, Loss: 0.1860
 Epoque 10, batch 8: 2668 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05336, Loss: 0.1859
 Epoque 10, batch 9: 2645 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0529, Loss: 0.18624
 Epoque 10, batch 10: 2625 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0525, Loss: 0.1846
 Epoque 10, batch 11: 2624 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05248, Loss: 0.181
 Epoque 10, batch 12: 2664 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05328, Loss: 0.183
 Epoque 10, batch 13: 2626 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05252, Loss: 0.182
 Epoque 10, batch 14: 2796 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05592, Loss: 0.196
 Epoque 10, batch 15: 2691 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05382, Loss: 0.189
 Epoque 10, batch 16: 2591 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05182, Loss: 0.181
 Epoque 10, batch 17: 2571 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05142, Loss: 0.179
 Epoque 10, batch 18: 2648 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05296, Loss: 0.182
 Epoque 10, batch 19: 2577 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05154, Loss: 0.180
 Epoque 10, batch 20: 2712 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05424, Loss: 0.186
 Epoque 10, batch 21: 2707 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05414, Loss: 0.184
 Epoque 10, batch 22: 2633 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05266, Loss: 0.181
 Epoque 10, batch 23: 2643 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05286, Loss: 0.181
 Epoque 10, batch 24: 2575 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0515, Loss: 0.1793
 Epoque 10, batch 25: 2689 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05378, Loss: 0.183
 Epoque 10, batch 26: 2608 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05216, Loss: 0.181
 Epoque 10, batch 27: 2637 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05274, Loss: 0.183
 Epoque 10, batch 28: 2645 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0529, Loss: 0.1839
 Epoque 10, batch 29: 2575 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0515, Loss: 0.1772
 Epoque 10, batch 30: 2661 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05322, Loss: 0.183
 Epoque 10, batch 31: 2631 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05262, Loss: 0.183
 Epoque 10, batch 32: 2580 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0516, Loss: 0.1787
 Epoque 10, batch 33: 2562 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05124, Loss: 0.178
 Epoque 10, batch 34: 2566 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05132, Loss: 0.179
 Epoque 10, batch 35: 2542 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05084, Loss: 0.178
 Epoque 10, batch 36: 2567 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05134, Loss: 0.177
 Epoque 10, batch 37: 2614 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05228, Loss: 0.180
 Epoque 10, batch 38: 2577 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05154, Loss: 0.177
 Epoque 10, batch 39: 2568 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05136, Loss: 0.176
 Epoque 10, batch 40: 2649 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05298, Loss: 0.180
 Epoque 10, batch 41: 2534 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05068, Loss: 0.176
 Epoque 10, batch 42: 2590 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0518, Loss: 0.1775
 Epoque 10, batch 43: 2511 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05022, Loss: 0.176
 Epoque 10, batch 44: 2525 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0505, Loss: 0.1766

Epoque 10, batch 45: 2646 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05292, Loss: 0.180
 Epoque 10, batch 46: 2601 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05202, Loss: 0.180
 Epoque 10, batch 47: 2613 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05226, Loss: 0.181
 Epoque 10, batch 48: 2518 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05036, Loss: 0.175
 Epoque 10, batch 49: 2558 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05116, Loss: 0.177
 Epoque 10, batch 50: 2526 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05052, Loss: 0.176
 Epoque 10, batch 51: 2622 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05244, Loss: 0.180
 Epoque 10, batch 52: 2686 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05372, Loss: 0.182
 Epoque 10, batch 53: 2622 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05244, Loss: 0.180
 Epoque 10, batch 54: 2512 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05024, Loss: 0.175
 Epoque 10, batch 55: 2536 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05072, Loss: 0.174
 Epoque 10, batch 56: 2539 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05078, Loss: 0.176
 Epoque 10, batch 57: 2533 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05066, Loss: 0.176
 Epoque 10, batch 58: 2528 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05056, Loss: 0.174
 Epoque 10, batch 59: 2558 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05116, Loss: 0.178
 Epoque 10, batch 60: 2599 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05198, Loss: 0.180
 Epoque 10, batch 61: 2514 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05028, Loss: 0.176
 Epoque 10, batch 62: 2626 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05252, Loss: 0.182
 Epoque 10 fini: 515 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0515, Loss: 0.18512652
 Epoque 10 fini: 560 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.056, Loss: 0.187204689844
 Epoque 11, batch 0: 2516 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05032, Loss: 0.1763
 Epoque 11, batch 1: 2618 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05236, Loss: 0.1799
 Epoque 11, batch 2: 2505 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0501, Loss: 0.17345
 Epoque 11, batch 3: 2558 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05116, Loss: 0.1761
 Epoque 11, batch 4: 2525 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0505, Loss: 0.17525
 Epoque 11, batch 5: 2517 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05034, Loss: 0.1742
 Epoque 11, batch 6: 2490 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0498, Loss: 0.17314
 Epoque 11, batch 7: 2550 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.051, Loss: 0.177541
 Epoque 11, batch 8: 2528 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05056, Loss: 0.1773
 Epoque 11, batch 9: 2524 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05048, Loss: 0.1773
 Epoque 11, batch 10: 2503 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05006, Loss: 0.176
 Epoque 11, batch 11: 2516 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05032, Loss: 0.173
 Epoque 11, batch 12: 2556 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05112, Loss: 0.175
 Epoque 11, batch 13: 2529 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05058, Loss: 0.174
 Epoque 11, batch 14: 2702 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05404, Loss: 0.188
 Epoque 11, batch 15: 2580 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0516, Loss: 0.1809
 Epoque 11, batch 16: 2479 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04958, Loss: 0.173
 Epoque 11, batch 17: 2456 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04912, Loss: 0.171
 Epoque 11, batch 18: 2539 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05078, Loss: 0.174
 Epoque 11, batch 19: 2461 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04922, Loss: 0.172
 Epoque 11, batch 20: 2595 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0519, Loss: 0.1783
 Epoque 11, batch 21: 2601 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05202, Loss: 0.175
 Epoque 11, batch 22: 2526 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05052, Loss: 0.173
 Epoque 11, batch 23: 2542 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05084, Loss: 0.173
 Epoque 11, batch 24: 2469 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04938, Loss: 0.171
 Epoque 11, batch 25: 2563 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05126, Loss: 0.175
 Epoque 11, batch 26: 2494 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04988, Loss: 0.173
 Epoque 11, batch 27: 2517 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05034, Loss: 0.175

Epoque 11, batch 28: 2541 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05082, Loss: 0.175
 Epoque 11, batch 29: 2442 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04884, Loss: 0.169
 Epoque 11, batch 30: 2548 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05096, Loss: 0.175
 Epoque 11, batch 31: 2508 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05016, Loss: 0.175
 Epoque 11, batch 32: 2462 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04924, Loss: 0.170
 Epoque 11, batch 33: 2448 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04896, Loss: 0.170
 Epoque 11, batch 34: 2480 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0496, Loss: 0.1723
 Epoque 11, batch 35: 2442 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04884, Loss: 0.170
 Epoque 11, batch 36: 2453 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04906, Loss: 0.169
 Epoque 11, batch 37: 2500 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05, Loss: 0.172893
 Epoque 11, batch 38: 2451 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04902, Loss: 0.169
 Epoque 11, batch 39: 2461 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04922, Loss: 0.168
 Epoque 11, batch 40: 2508 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05016, Loss: 0.172
 Epoque 11, batch 41: 2432 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04864, Loss: 0.168
 Epoque 11, batch 42: 2471 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04942, Loss: 0.169
 Epoque 11, batch 43: 2410 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0482, Loss: 0.1687
 Epoque 11, batch 44: 2414 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04828, Loss: 0.168
 Epoque 11, batch 45: 2530 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0506, Loss: 0.1727
 Epoque 11, batch 46: 2469 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04938, Loss: 0.171
 Epoque 11, batch 47: 2508 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05016, Loss: 0.173
 Epoque 11, batch 48: 2412 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04824, Loss: 0.167
 Epoque 11, batch 49: 2443 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04886, Loss: 0.169
 Epoque 11, batch 50: 2416 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04832, Loss: 0.168
 Epoque 11, batch 51: 2506 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05012, Loss: 0.172
 Epoque 11, batch 52: 2554 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05108, Loss: 0.173
 Epoque 11, batch 53: 2492 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04984, Loss: 0.172
 Epoque 11, batch 54: 2414 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04828, Loss: 0.167
 Epoque 11, batch 55: 2411 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04822, Loss: 0.167
 Epoque 11, batch 56: 2453 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04906, Loss: 0.168
 Epoque 11, batch 57: 2426 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04852, Loss: 0.168
 Epoque 11, batch 58: 2413 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04826, Loss: 0.167
 Epoque 11, batch 59: 2443 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04886, Loss: 0.170
 Epoque 11, batch 60: 2485 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0497, Loss: 0.1719
 Epoque 11, batch 61: 2418 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04836, Loss: 0.168
 Epoque 11, batch 62: 2503 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05006, Loss: 0.173
 Epoque 11 fini: 494 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0494, Loss: 0.17843714
 Epoque 11 fini: 540 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.054, Loss: 0.179882140872
 Epoque 12, batch 0: 2405 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0481, Loss: 0.16892
 Epoque 12, batch 1: 2519 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05038, Loss: 0.1727
 Epoque 12, batch 2: 2426 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04852, Loss: 0.1659
 Epoque 12, batch 3: 2448 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04896, Loss: 0.1684
 Epoque 12, batch 4: 2426 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04852, Loss: 0.1678
 Epoque 12, batch 5: 2424 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04848, Loss: 0.1666
 Epoque 12, batch 6: 2384 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04768, Loss: 0.1656
 Epoque 12, batch 7: 2445 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0489, Loss: 0.17002
 Epoque 12, batch 8: 2437 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04874, Loss: 0.1698
 Epoque 12, batch 9: 2403 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04806, Loss: 0.1693
 Epoque 12, batch 10: 2401 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04802, Loss: 0.168

Epoque 12, batch 11: 2414 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04828, Loss: 0.1663
 Epoque 12, batch 12: 2451 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04902, Loss: 0.1682
 Epoque 12, batch 13: 2446 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04892, Loss: 0.1663
 Epoque 12, batch 14: 2593 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05186, Loss: 0.1799
 Epoque 12, batch 15: 2445 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0489, Loss: 0.1724
 Epoque 12, batch 16: 2391 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04782, Loss: 0.1663
 Epoque 12, batch 17: 2353 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04706, Loss: 0.1641
 Epoque 12, batch 18: 2441 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04882, Loss: 0.1663
 Epoque 12, batch 19: 2369 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04738, Loss: 0.1641
 Epoque 12, batch 20: 2477 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04954, Loss: 0.1709
 Epoque 12, batch 21: 2480 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0496, Loss: 0.1685
 Epoque 12, batch 22: 2407 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04814, Loss: 0.1651
 Epoque 12, batch 23: 2447 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04894, Loss: 0.1661
 Epoque 12, batch 24: 2366 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04732, Loss: 0.1641
 Epoque 12, batch 25: 2456 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04912, Loss: 0.1679
 Epoque 12, batch 26: 2405 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0481, Loss: 0.1662
 Epoque 12, batch 27: 2404 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04808, Loss: 0.1683
 Epoque 12, batch 28: 2430 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0486, Loss: 0.1678
 Epoque 12, batch 29: 2331 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04662, Loss: 0.1621
 Epoque 12, batch 30: 2451 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04902, Loss: 0.1683
 Epoque 12, batch 31: 2402 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04804, Loss: 0.1683
 Epoque 12, batch 32: 2343 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04686, Loss: 0.1633
 Epoque 12, batch 33: 2350 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.047, Loss: 0.16308
 Epoque 12, batch 34: 2386 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04772, Loss: 0.1651
 Epoque 12, batch 35: 2344 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04688, Loss: 0.1633
 Epoque 12, batch 36: 2372 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04744, Loss: 0.1633
 Epoque 12, batch 37: 2408 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04816, Loss: 0.1651
 Epoque 12, batch 38: 2357 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04714, Loss: 0.1621
 Epoque 12, batch 39: 2371 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04742, Loss: 0.1611
 Epoque 12, batch 40: 2389 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04778, Loss: 0.1651
 Epoque 12, batch 41: 2341 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04682, Loss: 0.1611
 Epoque 12, batch 42: 2373 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04746, Loss: 0.1621
 Epoque 12, batch 43: 2323 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04646, Loss: 0.1611
 Epoque 12, batch 44: 2327 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04654, Loss: 0.1611
 Epoque 12, batch 45: 2437 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04874, Loss: 0.1651
 Epoque 12, batch 46: 2365 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0473, Loss: 0.1641
 Epoque 12, batch 47: 2415 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0483, Loss: 0.1667
 Epoque 12, batch 48: 2312 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04624, Loss: 0.1601
 Epoque 12, batch 49: 2354 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04708, Loss: 0.1621
 Epoque 12, batch 50: 2310 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0462, Loss: 0.1621
 Epoque 12, batch 51: 2401 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04802, Loss: 0.1651
 Epoque 12, batch 52: 2434 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04868, Loss: 0.1663
 Epoque 12, batch 53: 2396 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04792, Loss: 0.1651
 Epoque 12, batch 54: 2320 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0464, Loss: 0.1606
 Epoque 12, batch 55: 2308 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04616, Loss: 0.1606
 Epoque 12, batch 56: 2342 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04684, Loss: 0.1611
 Epoque 12, batch 57: 2336 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04672, Loss: 0.1611
 Epoque 12, batch 58: 2313 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04626, Loss: 0.1601

Epoque 12, batch 59: 2349 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04698, Loss: 0.1633
 Epoque 12, batch 60: 2379 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04758, Loss: 0.1641
 Epoque 12, batch 61: 2321 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04642, Loss: 0.1611
 Epoque 12, batch 62: 2376 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04752, Loss: 0.1651
 Epoque 12 fini: 481 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0481, Loss: 0.17301599
 Epoque 12 fini: 515 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0515, Loss: 0.173578346454
 Epoque 13, batch 0: 2313 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04626, Loss: 0.16209
 Epoque 13, batch 1: 2420 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0484, Loss: 0.16585
 Epoque 13, batch 2: 2334 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04668, Loss: 0.15933
 Epoque 13, batch 3: 2350 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.047, Loss: 0.161242
 Epoque 13, batch 4: 2332 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04664, Loss: 0.16111
 Epoque 13, batch 5: 2331 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04662, Loss: 0.15963
 Epoque 13, batch 6: 2288 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04576, Loss: 0.15883
 Epoque 13, batch 7: 2337 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04674, Loss: 0.16294
 Epoque 13, batch 8: 2344 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04688, Loss: 0.16283
 Epoque 13, batch 9: 2296 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04592, Loss: 0.16211
 Epoque 13, batch 10: 2304 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04608, Loss: 0.16111
 Epoque 13, batch 11: 2306 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04612, Loss: 0.15933
 Epoque 13, batch 12: 2363 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04726, Loss: 0.16141
 Epoque 13, batch 13: 2334 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04668, Loss: 0.16001
 Epoque 13, batch 14: 2517 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.05034, Loss: 0.17233
 Epoque 13, batch 15: 2368 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04736, Loss: 0.16533
 Epoque 13, batch 16: 2294 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04588, Loss: 0.15933
 Epoque 13, batch 17: 2272 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04544, Loss: 0.15741
 Epoque 13, batch 18: 2342 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04684, Loss: 0.16001
 Epoque 13, batch 19: 2292 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04584, Loss: 0.15833
 Epoque 13, batch 20: 2381 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04762, Loss: 0.16333
 Epoque 13, batch 21: 2382 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04764, Loss: 0.16111
 Epoque 13, batch 22: 2319 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04638, Loss: 0.15833
 Epoque 13, batch 23: 2355 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0471, Loss: 0.16041
 Epoque 13, batch 24: 2256 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04512, Loss: 0.15741
 Epoque 13, batch 25: 2346 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04692, Loss: 0.16001
 Epoque 13, batch 26: 2305 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0461, Loss: 0.15933
 Epoque 13, batch 27: 2306 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04612, Loss: 0.16141
 Epoque 13, batch 28: 2332 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04664, Loss: 0.16001
 Epoque 13, batch 29: 2232 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04464, Loss: 0.15533
 Epoque 13, batch 30: 2350 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.047, Loss: 0.161763
 Epoque 13, batch 31: 2321 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04642, Loss: 0.16111
 Epoque 13, batch 32: 2249 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04498, Loss: 0.15741
 Epoque 13, batch 33: 2249 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04498, Loss: 0.15633
 Epoque 13, batch 34: 2284 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04568, Loss: 0.15833
 Epoque 13, batch 35: 2242 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04484, Loss: 0.15633
 Epoque 13, batch 36: 2255 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0451, Loss: 0.15663
 Epoque 13, batch 37: 2303 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04606, Loss: 0.15933
 Epoque 13, batch 38: 2258 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04516, Loss: 0.15533
 Epoque 13, batch 39: 2263 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04526, Loss: 0.15533
 Epoque 13, batch 40: 2312 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04624, Loss: 0.15833
 Epoque 13, batch 41: 2243 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04486, Loss: 0.15411

Epoque 13, batch 42: 2292 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04584, Loss: 0.1562
 Epoque 13, batch 43: 2239 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04478, Loss: 0.1549
 Epoque 13, batch 44: 2235 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0447, Loss: 0.1548
 Epoque 13, batch 45: 2331 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04662, Loss: 0.1589
 Epoque 13, batch 46: 2273 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04546, Loss: 0.1571
 Epoque 13, batch 47: 2322 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04644, Loss: 0.1602
 Epoque 13, batch 48: 2225 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0445, Loss: 0.1544
 Epoque 13, batch 49: 2266 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04532, Loss: 0.1556
 Epoque 13, batch 50: 2223 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04446, Loss: 0.1556
 Epoque 13, batch 51: 2298 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04596, Loss: 0.1587
 Epoque 13, batch 52: 2322 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04644, Loss: 0.1590
 Epoque 13, batch 53: 2308 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04616, Loss: 0.1589
 Epoque 13, batch 54: 2225 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0445, Loss: 0.1542
 Epoque 13, batch 55: 2219 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04438, Loss: 0.1534
 Epoque 13, batch 56: 2237 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04474, Loss: 0.1556
 Epoque 13, batch 57: 2227 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04454, Loss: 0.1549
 Epoque 13, batch 58: 2212 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04424, Loss: 0.1544
 Epoque 13, batch 59: 2257 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04514, Loss: 0.1571
 Epoque 13, batch 60: 2290 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0458, Loss: 0.1569
 Epoque 13, batch 61: 2243 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04486, Loss: 0.1556
 Epoque 13, batch 62: 2284 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04568, Loss: 0.1591
 Epoque 13 fini: 466 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0466, Loss: 0.16819445
 Epoque 13 fini: 506 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0506, Loss: 0.168161020892
 Epoque 14, batch 0: 2243 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04486, Loss: 0.1559
 Epoque 14, batch 1: 2332 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04664, Loss: 0.1598
 Epoque 14, batch 2: 2233 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04466, Loss: 0.1531
 Epoque 14, batch 3: 2243 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04486, Loss: 0.1545
 Epoque 14, batch 4: 2244 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04488, Loss: 0.1551
 Epoque 14, batch 5: 2247 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04494, Loss: 0.1532
 Epoque 14, batch 6: 2224 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04448, Loss: 0.1528
 Epoque 14, batch 7: 2266 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04532, Loss: 0.1565
 Epoque 14, batch 8: 2278 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04556, Loss: 0.1564
 Epoque 14, batch 9: 2193 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04386, Loss: 0.1553
 Epoque 14, batch 10: 2230 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0446, Loss: 0.1554
 Epoque 14, batch 11: 2223 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04446, Loss: 0.1533
 Epoque 14, batch 12: 2250 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.045, Loss: 0.155063
 Epoque 14, batch 13: 2249 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04498, Loss: 0.1549
 Epoque 14, batch 14: 2408 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04816, Loss: 0.1649
 Epoque 14, batch 15: 2284 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04568, Loss: 0.1589
 Epoque 14, batch 16: 2198 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04396, Loss: 0.1522
 Epoque 14, batch 17: 2176 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04352, Loss: 0.1511
 Epoque 14, batch 18: 2249 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04498, Loss: 0.1549
 Epoque 14, batch 19: 2215 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0443, Loss: 0.1525
 Epoque 14, batch 20: 2273 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04546, Loss: 0.1571
 Epoque 14, batch 21: 2267 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04534, Loss: 0.1556
 Epoque 14, batch 22: 2233 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04466, Loss: 0.1528
 Epoque 14, batch 23: 2271 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04542, Loss: 0.1549
 Epoque 14, batch 24: 2175 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0435, Loss: 0.1513

Epoque 14, batch 25: 2241 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04482, Loss: 0.154
 Epoque 14, batch 26: 2220 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0444, Loss: 0.1532
 Epoque 14, batch 27: 2227 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04454, Loss: 0.154
 Epoque 14, batch 28: 2229 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04458, Loss: 0.154
 Epoque 14, batch 29: 2149 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04298, Loss: 0.149
 Epoque 14, batch 30: 2265 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0453, Loss: 0.1554
 Epoque 14, batch 31: 2230 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0446, Loss: 0.1558
 Epoque 14, batch 32: 2177 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04354, Loss: 0.151
 Epoque 14, batch 33: 2165 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0433, Loss: 0.1502
 Epoque 14, batch 34: 2186 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04372, Loss: 0.153
 Epoque 14, batch 35: 2151 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04302, Loss: 0.151
 Epoque 14, batch 36: 2162 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04324, Loss: 0.150
 Epoque 14, batch 37: 2223 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04446, Loss: 0.152
 Epoque 14, batch 38: 2160 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0432, Loss: 0.1495
 Epoque 14, batch 39: 2170 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0434, Loss: 0.1492
 Epoque 14, batch 40: 2208 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04416, Loss: 0.152
 Epoque 14, batch 41: 2155 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0431, Loss: 0.1487
 Epoque 14, batch 42: 2193 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04386, Loss: 0.150
 Epoque 14, batch 43: 2173 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04346, Loss: 0.148
 Epoque 14, batch 44: 2145 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0429, Loss: 0.1487
 Epoque 14, batch 45: 2258 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04516, Loss: 0.152
 Epoque 14, batch 46: 2196 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04392, Loss: 0.151
 Epoque 14, batch 47: 2216 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04432, Loss: 0.153
 Epoque 14, batch 48: 2131 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04262, Loss: 0.148
 Epoque 14, batch 49: 2181 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04362, Loss: 0.149
 Epoque 14, batch 50: 2130 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0426, Loss: 0.1497
 Epoque 14, batch 51: 2220 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0444, Loss: 0.1528
 Epoque 14, batch 52: 2232 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04464, Loss: 0.152
 Epoque 14, batch 53: 2202 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04404, Loss: 0.152
 Epoque 14, batch 54: 2152 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04304, Loss: 0.148
 Epoque 14, batch 55: 2135 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0427, Loss: 0.1476
 Epoque 14, batch 56: 2146 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04292, Loss: 0.149
 Epoque 14, batch 57: 2144 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04288, Loss: 0.148
 Epoque 14, batch 58: 2122 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04244, Loss: 0.148
 Epoque 14, batch 59: 2171 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04342, Loss: 0.150
 Epoque 14, batch 60: 2203 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04406, Loss: 0.150
 Epoque 14, batch 61: 2163 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04326, Loss: 0.150
 Epoque 14, batch 62: 2205 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0441, Loss: 0.1535
 Epoque 14 fini: 458 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0458, Loss: 0.16426847
 Epoque 14 fini: 486 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0486, Loss: 0.163720904495
 Epoque 15, batch 0: 2157 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04314, Loss: 0.1499
 Epoque 15, batch 1: 2240 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0448, Loss: 0.15384
 Epoque 15, batch 2: 2158 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04316, Loss: 0.1473
 Epoque 15, batch 3: 2151 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04302, Loss: 0.1485
 Epoque 15, batch 4: 2151 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04302, Loss: 0.1490
 Epoque 15, batch 5: 2155 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0431, Loss: 0.14729
 Epoque 15, batch 6: 2145 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0429, Loss: 0.14705
 Epoque 15, batch 7: 2181 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04362, Loss: 0.1506

Epoque 15, batch 8: 2193 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04386, Loss: 0.1507
 Epoque 15, batch 9: 2118 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04236, Loss: 0.1490
 Epoque 15, batch 10: 2147 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04294, Loss: 0.1492
 Epoque 15, batch 11: 2130 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0426, Loss: 0.1479
 Epoque 15, batch 12: 2186 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04372, Loss: 0.1491
 Epoque 15, batch 13: 2162 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04324, Loss: 0.1483
 Epoque 15, batch 14: 2290 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0458, Loss: 0.1582
 Epoque 15, batch 15: 2187 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04374, Loss: 0.1511
 Epoque 15, batch 16: 2109 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04218, Loss: 0.1473
 Epoque 15, batch 17: 2082 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04164, Loss: 0.1453
 Epoque 15, batch 18: 2139 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04278, Loss: 0.1483
 Epoque 15, batch 19: 2132 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04264, Loss: 0.1473
 Epoque 15, batch 20: 2199 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04398, Loss: 0.1511
 Epoque 15, batch 21: 2186 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04372, Loss: 0.1491
 Epoque 15, batch 22: 2142 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04284, Loss: 0.1463
 Epoque 15, batch 23: 2172 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04344, Loss: 0.1483
 Epoque 15, batch 24: 2109 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04218, Loss: 0.1453
 Epoque 15, batch 25: 2174 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04348, Loss: 0.1483
 Epoque 15, batch 26: 2134 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04268, Loss: 0.1473
 Epoque 15, batch 27: 2165 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0433, Loss: 0.1491
 Epoque 15, batch 28: 2166 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04332, Loss: 0.1483
 Epoque 15, batch 29: 2070 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0414, Loss: 0.1438
 Epoque 15, batch 30: 2200 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.044, Loss: 0.14974
 Epoque 15, batch 31: 2153 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04306, Loss: 0.1501
 Epoque 15, batch 32: 2081 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04162, Loss: 0.1453
 Epoque 15, batch 33: 2104 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04208, Loss: 0.1441
 Epoque 15, batch 34: 2100 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.042, Loss: 0.14750
 Epoque 15, batch 35: 2063 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04126, Loss: 0.1453
 Epoque 15, batch 36: 2091 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04182, Loss: 0.1453
 Epoque 15, batch 37: 2136 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04272, Loss: 0.1473
 Epoque 15, batch 38: 2060 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0412, Loss: 0.1439
 Epoque 15, batch 39: 2087 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04174, Loss: 0.1433
 Epoque 15, batch 40: 2134 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04268, Loss: 0.1463
 Epoque 15, batch 41: 2066 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04132, Loss: 0.1433
 Epoque 15, batch 42: 2111 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04222, Loss: 0.1441
 Epoque 15, batch 43: 2076 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04152, Loss: 0.1433
 Epoque 15, batch 44: 2066 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04132, Loss: 0.1433
 Epoque 15, batch 45: 2163 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04326, Loss: 0.1473
 Epoque 15, batch 46: 2109 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04218, Loss: 0.1453
 Epoque 15, batch 47: 2133 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04266, Loss: 0.1483
 Epoque 15, batch 48: 2041 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04082, Loss: 0.1433
 Epoque 15, batch 49: 2090 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0418, Loss: 0.1441
 Epoque 15, batch 50: 2074 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04148, Loss: 0.1441
 Epoque 15, batch 51: 2136 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04272, Loss: 0.1473
 Epoque 15, batch 52: 2129 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04258, Loss: 0.1463
 Epoque 15, batch 53: 2096 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04192, Loss: 0.1473
 Epoque 15, batch 54: 2060 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0412, Loss: 0.1427
 Epoque 15, batch 55: 2056 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04112, Loss: 0.1427

Epoque 15, batch 56: 2075 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0415, Loss: 0.1444
 Epoque 15, batch 57: 2049 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04098, Loss: 0.1423
 Epoque 15, batch 58: 2039 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04078, Loss: 0.1423
 Epoque 15, batch 59: 2078 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04156, Loss: 0.1453
 Epoque 15, batch 60: 2108 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04216, Loss: 0.1444
 Epoque 15, batch 61: 2080 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0416, Loss: 0.1445
 Epoque 15, batch 62: 2128 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04256, Loss: 0.1483
 Epoque 15 fini: 451 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0451, Loss: 0.160741053
 Epoque 15 fini: 474 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0474, Loss: 0.159692760344
 Epoque 16, batch 0: 2096 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04192, Loss: 0.14483
 Epoque 16, batch 1: 2177 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04354, Loss: 0.14900
 Epoque 16, batch 2: 2073 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04146, Loss: 0.14207
 Epoque 16, batch 3: 2067 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04134, Loss: 0.14300
 Epoque 16, batch 4: 2072 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04144, Loss: 0.14383
 Epoque 16, batch 5: 2078 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04156, Loss: 0.14197
 Epoque 16, batch 6: 2049 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04098, Loss: 0.14178
 Epoque 16, batch 7: 2104 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04208, Loss: 0.14533
 Epoque 16, batch 8: 2131 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04262, Loss: 0.14520
 Epoque 16, batch 9: 2030 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0406, Loss: 0.14349
 Epoque 16, batch 10: 2091 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04182, Loss: 0.14440
 Epoque 16, batch 11: 2044 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04088, Loss: 0.14230
 Epoque 16, batch 12: 2102 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04204, Loss: 0.14330
 Epoque 16, batch 13: 2083 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04166, Loss: 0.14230
 Epoque 16, batch 14: 2192 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04384, Loss: 0.15240
 Epoque 16, batch 15: 2078 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04156, Loss: 0.14630
 Epoque 16, batch 16: 2025 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0405, Loss: 0.14190
 Epoque 16, batch 17: 1997 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03994, Loss: 0.14030
 Epoque 16, batch 18: 2063 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04126, Loss: 0.14330
 Epoque 16, batch 19: 2037 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04074, Loss: 0.14230
 Epoque 16, batch 20: 2140 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0428, Loss: 0.14610
 Epoque 16, batch 21: 2096 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04192, Loss: 0.14330
 Epoque 16, batch 22: 2033 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04066, Loss: 0.14110
 Epoque 16, batch 23: 2079 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04158, Loss: 0.14330
 Epoque 16, batch 24: 2025 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0405, Loss: 0.14070
 Epoque 16, batch 25: 2094 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04188, Loss: 0.14330
 Epoque 16, batch 26: 2047 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04094, Loss: 0.14230
 Epoque 16, batch 27: 2085 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0417, Loss: 0.14350
 Epoque 16, batch 28: 2087 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04174, Loss: 0.14330
 Epoque 16, batch 29: 1983 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03966, Loss: 0.13830
 Epoque 16, batch 30: 2122 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04244, Loss: 0.14440
 Epoque 16, batch 31: 2063 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04126, Loss: 0.14440
 Epoque 16, batch 32: 2004 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04008, Loss: 0.14030
 Epoque 16, batch 33: 2017 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04034, Loss: 0.13990
 Epoque 16, batch 34: 2028 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04056, Loss: 0.14230
 Epoque 16, batch 35: 1988 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03976, Loss: 0.14030
 Epoque 16, batch 36: 2012 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04024, Loss: 0.14040
 Epoque 16, batch 37: 2072 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04144, Loss: 0.14230
 Epoque 16, batch 38: 2000 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04, Loss: 0.138942

Epoque 16, batch 39: 1995 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0399, Loss: 0.1388
 Epoque 16, batch 40: 2057 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04114, Loss: 0.1411
 Epoque 16, batch 41: 1988 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03976, Loss: 0.1380
 Epoque 16, batch 42: 2029 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04058, Loss: 0.1399
 Epoque 16, batch 43: 2004 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04008, Loss: 0.1378
 Epoque 16, batch 44: 2001 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04002, Loss: 0.1380
 Epoque 16, batch 45: 2080 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0416, Loss: 0.1419
 Epoque 16, batch 46: 2016 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04032, Loss: 0.1399
 Epoque 16, batch 47: 2056 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04112, Loss: 0.1433
 Epoque 16, batch 48: 1983 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03966, Loss: 0.1380
 Epoque 16, batch 49: 2010 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0402, Loss: 0.1392
 Epoque 16, batch 50: 1993 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03986, Loss: 0.1399
 Epoque 16, batch 51: 2054 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04108, Loss: 0.1422
 Epoque 16, batch 52: 2061 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04122, Loss: 0.1411
 Epoque 16, batch 53: 2024 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04048, Loss: 0.1411
 Epoque 16, batch 54: 1977 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03954, Loss: 0.1378
 Epoque 16, batch 55: 1982 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03964, Loss: 0.1378
 Epoque 16, batch 56: 1989 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03978, Loss: 0.1399
 Epoque 16, batch 57: 1970 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0394, Loss: 0.1379
 Epoque 16, batch 58: 1960 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0392, Loss: 0.1379
 Epoque 16, batch 59: 2005 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0401, Loss: 0.1401
 Epoque 16, batch 60: 2015 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0403, Loss: 0.1395
 Epoque 16, batch 61: 1985 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0397, Loss: 0.1396
 Epoque 16, batch 62: 2084 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04168, Loss: 0.1433
 Epoque 16 fini: 443 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0443, Loss: 0.15797057
 Epoque 16 fini: 454 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0454, Loss: 0.1563345587
 Epoque 17, batch 0: 2026 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04052, Loss: 0.1401
 Epoque 17, batch 1: 2102 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04204, Loss: 0.1438
 Epoque 17, batch 2: 2007 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04014, Loss: 0.1372
 Epoque 17, batch 3: 2002 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04004, Loss: 0.1381
 Epoque 17, batch 4: 1967 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03934, Loss: 0.1388
 Epoque 17, batch 5: 1990 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0398, Loss: 0.13704
 Epoque 17, batch 6: 1981 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03962, Loss: 0.1371
 Epoque 17, batch 7: 2034 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04068, Loss: 0.1404
 Epoque 17, batch 8: 2046 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04092, Loss: 0.1404
 Epoque 17, batch 9: 1977 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03954, Loss: 0.1384
 Epoque 17, batch 10: 2021 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04042, Loss: 0.1399
 Epoque 17, batch 11: 1989 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03978, Loss: 0.1380
 Epoque 17, batch 12: 2030 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0406, Loss: 0.1390
 Epoque 17, batch 13: 2028 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04056, Loss: 0.1380
 Epoque 17, batch 14: 2114 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04228, Loss: 0.1473
 Epoque 17, batch 15: 1999 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03998, Loss: 0.1407
 Epoque 17, batch 16: 1953 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03906, Loss: 0.1370
 Epoque 17, batch 17: 1931 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03862, Loss: 0.1355
 Epoque 17, batch 18: 1993 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03986, Loss: 0.1380
 Epoque 17, batch 19: 1971 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03942, Loss: 0.1374
 Epoque 17, batch 20: 2039 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04078, Loss: 0.1411
 Epoque 17, batch 21: 2006 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04012, Loss: 0.1380

Epoque 17, batch 22: 1963 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03926, Loss: 0.136
 Epoque 17, batch 23: 1999 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03998, Loss: 0.138
 Epoque 17, batch 24: 1946 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03892, Loss: 0.136
 Epoque 17, batch 25: 2005 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0401, Loss: 0.1383
 Epoque 17, batch 26: 1971 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03942, Loss: 0.137
 Epoque 17, batch 27: 2026 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04052, Loss: 0.138
 Epoque 17, batch 28: 2034 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04068, Loss: 0.138
 Epoque 17, batch 29: 1938 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03876, Loss: 0.133
 Epoque 17, batch 30: 2064 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04128, Loss: 0.139
 Epoque 17, batch 31: 1995 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0399, Loss: 0.1399
 Epoque 17, batch 32: 1938 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03876, Loss: 0.135
 Epoque 17, batch 33: 1940 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0388, Loss: 0.1348
 Epoque 17, batch 34: 1969 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03938, Loss: 0.137
 Epoque 17, batch 35: 1928 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03856, Loss: 0.136
 Epoque 17, batch 36: 1944 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03888, Loss: 0.135
 Epoque 17, batch 37: 1991 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03982, Loss: 0.137
 Epoque 17, batch 38: 1939 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03878, Loss: 0.134
 Epoque 17, batch 39: 1938 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03876, Loss: 0.134
 Epoque 17, batch 40: 1992 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03984, Loss: 0.136
 Epoque 17, batch 41: 1920 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0384, Loss: 0.1335
 Epoque 17, batch 42: 1942 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03884, Loss: 0.134
 Epoque 17, batch 43: 1946 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03892, Loss: 0.133
 Epoque 17, batch 44: 1943 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03886, Loss: 0.133
 Epoque 17, batch 45: 2010 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0402, Loss: 0.1372
 Epoque 17, batch 46: 1944 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03888, Loss: 0.135
 Epoque 17, batch 47: 1983 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03966, Loss: 0.138
 Epoque 17, batch 48: 1924 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03848, Loss: 0.134
 Epoque 17, batch 49: 1943 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03886, Loss: 0.134
 Epoque 17, batch 50: 1935 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0387, Loss: 0.1346
 Epoque 17, batch 51: 1981 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03962, Loss: 0.137
 Epoque 17, batch 52: 1979 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03958, Loss: 0.136
 Epoque 17, batch 53: 1957 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03914, Loss: 0.137
 Epoque 17, batch 54: 1911 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03822, Loss: 0.133
 Epoque 17, batch 55: 1904 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03808, Loss: 0.132
 Epoque 17, batch 56: 1916 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03832, Loss: 0.135
 Epoque 17, batch 57: 1907 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03814, Loss: 0.133
 Epoque 17, batch 58: 1897 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03794, Loss: 0.133
 Epoque 17, batch 59: 1940 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0388, Loss: 0.1355
 Epoque 17, batch 60: 1962 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03924, Loss: 0.134
 Epoque 17, batch 61: 1946 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03892, Loss: 0.135
 Epoque 17, batch 62: 2009 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04018, Loss: 0.139
 Epoque 17 fini: 433 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0433, Loss: 0.15508232
 Epoque 17 fini: 450 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.045, Loss: 0.152880705795
 Epoque 18, batch 0: 1970 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0394, Loss: 0.13575
 Epoque 18, batch 1: 2041 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04082, Loss: 0.1394
 Epoque 18, batch 2: 1945 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0389, Loss: 0.13279
 Epoque 18, batch 3: 1927 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03854, Loss: 0.1335
 Epoque 18, batch 4: 1904 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03808, Loss: 0.1342

Epoque 18, batch 5: 1935 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0387, Loss: 0.13270
 Epoque 18, batch 6: 1916 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03832, Loss: 0.1328
 Epoque 18, batch 7: 1979 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03958, Loss: 0.1359
 Epoque 18, batch 8: 1989 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03978, Loss: 0.1361
 Epoque 18, batch 9: 1909 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03818, Loss: 0.1337
 Epoque 18, batch 10: 1955 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0391, Loss: 0.1349
 Epoque 18, batch 11: 1928 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03856, Loss: 0.133
 Epoque 18, batch 12: 1960 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0392, Loss: 0.1344
 Epoque 18, batch 13: 1951 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03902, Loss: 0.133
 Epoque 18, batch 14: 2022 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.04044, Loss: 0.141
 Epoque 18, batch 15: 1933 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03866, Loss: 0.135
 Epoque 18, batch 16: 1891 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03782, Loss: 0.132
 Epoque 18, batch 17: 1876 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03752, Loss: 0.131
 Epoque 18, batch 18: 1916 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03832, Loss: 0.133
 Epoque 18, batch 19: 1893 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03786, Loss: 0.133
 Epoque 18, batch 20: 1971 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03942, Loss: 0.136
 Epoque 18, batch 21: 1931 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03862, Loss: 0.134
 Epoque 18, batch 22: 1911 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03822, Loss: 0.132
 Epoque 18, batch 23: 1933 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03866, Loss: 0.134
 Epoque 18, batch 24: 1889 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03778, Loss: 0.131
 Epoque 18, batch 25: 1954 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03908, Loss: 0.134
 Epoque 18, batch 26: 1907 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03814, Loss: 0.133
 Epoque 18, batch 27: 1955 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0391, Loss: 0.1339
 Epoque 18, batch 28: 1966 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03932, Loss: 0.133
 Epoque 18, batch 29: 1869 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03738, Loss: 0.129
 Epoque 18, batch 30: 1989 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03978, Loss: 0.134
 Epoque 18, batch 31: 1935 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0387, Loss: 0.1354
 Epoque 18, batch 32: 1882 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03764, Loss: 0.131
 Epoque 18, batch 33: 1883 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03766, Loss: 0.130
 Epoque 18, batch 34: 1913 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03826, Loss: 0.133
 Epoque 18, batch 35: 1874 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03748, Loss: 0.131
 Epoque 18, batch 36: 1874 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03748, Loss: 0.131
 Epoque 18, batch 37: 1931 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03862, Loss: 0.132
 Epoque 18, batch 38: 1886 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03772, Loss: 0.130
 Epoque 18, batch 39: 1871 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03742, Loss: 0.130
 Epoque 18, batch 40: 1917 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03834, Loss: 0.131
 Epoque 18, batch 41: 1861 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03722, Loss: 0.129
 Epoque 18, batch 42: 1870 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0374, Loss: 0.1304
 Epoque 18, batch 43: 1877 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03754, Loss: 0.128
 Epoque 18, batch 44: 1884 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03768, Loss: 0.129
 Epoque 18, batch 45: 1961 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03922, Loss: 0.132
 Epoque 18, batch 46: 1879 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03758, Loss: 0.130
 Epoque 18, batch 47: 1922 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03844, Loss: 0.134
 Epoque 18, batch 48: 1866 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03732, Loss: 0.129
 Epoque 18, batch 49: 1889 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03778, Loss: 0.130
 Epoque 18, batch 50: 1881 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03762, Loss: 0.130
 Epoque 18, batch 51: 1929 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03858, Loss: 0.133
 Epoque 18, batch 52: 1916 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03832, Loss: 0.131

Epoque 18, batch 53: 1890 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0378, Loss: 0.1332
 Epoque 18, batch 54: 1854 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03708, Loss: 0.129
 Epoque 18, batch 55: 1833 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03666, Loss: 0.128
 Epoque 18, batch 56: 1857 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03714, Loss: 0.131
 Epoque 18, batch 57: 1849 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03698, Loss: 0.128
 Epoque 18, batch 58: 1841 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03682, Loss: 0.129
 Epoque 18, batch 59: 1874 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03748, Loss: 0.131
 Epoque 18, batch 60: 1896 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03792, Loss: 0.130
 Epoque 18, batch 61: 1883 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03766, Loss: 0.130
 Epoque 18, batch 62: 1947 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03894, Loss: 0.134
 Epoque 18 fini: 425 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0425, Loss: 0.15209496
 Epoque 18 fini: 439 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0439, Loss: 0.149619275139
 Epoque 19, batch 0: 1888 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03776, Loss: 0.1315
 Epoque 19, batch 1: 1969 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03938, Loss: 0.1355
 Epoque 19, batch 2: 1875 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0375, Loss: 0.12860
 Epoque 19, batch 3: 1867 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03734, Loss: 0.1293
 Epoque 19, batch 4: 1822 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03644, Loss: 0.1298
 Epoque 19, batch 5: 1880 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0376, Loss: 0.12857
 Epoque 19, batch 6: 1862 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03724, Loss: 0.1289
 Epoque 19, batch 7: 1920 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0384, Loss: 0.13172
 Epoque 19, batch 8: 1921 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03842, Loss: 0.1320
 Epoque 19, batch 9: 1844 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03688, Loss: 0.1295
 Epoque 19, batch 10: 1908 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03816, Loss: 0.131
 Epoque 19, batch 11: 1870 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0374, Loss: 0.1296
 Epoque 19, batch 12: 1882 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03764, Loss: 0.129
 Epoque 19, batch 13: 1883 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03766, Loss: 0.129
 Epoque 19, batch 14: 1954 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03908, Loss: 0.136
 Epoque 19, batch 15: 1878 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03756, Loss: 0.131
 Epoque 19, batch 16: 1832 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03664, Loss: 0.128
 Epoque 19, batch 17: 1808 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03616, Loss: 0.127
 Epoque 19, batch 18: 1873 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03746, Loss: 0.129
 Epoque 19, batch 19: 1856 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03712, Loss: 0.129
 Epoque 19, batch 20: 1924 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03848, Loss: 0.132
 Epoque 19, batch 21: 1864 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03728, Loss: 0.130
 Epoque 19, batch 22: 1848 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03696, Loss: 0.128
 Epoque 19, batch 23: 1895 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0379, Loss: 0.1304
 Epoque 19, batch 24: 1832 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03664, Loss: 0.127
 Epoque 19, batch 25: 1894 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03788, Loss: 0.130
 Epoque 19, batch 26: 1855 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0371, Loss: 0.1291
 Epoque 19, batch 27: 1883 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03766, Loss: 0.129
 Epoque 19, batch 28: 1910 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0382, Loss: 0.1297
 Epoque 19, batch 29: 1806 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03612, Loss: 0.125
 Epoque 19, batch 30: 1913 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03826, Loss: 0.130
 Epoque 19, batch 31: 1893 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03786, Loss: 0.131
 Epoque 19, batch 32: 1828 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03656, Loss: 0.127
 Epoque 19, batch 33: 1826 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03652, Loss: 0.126
 Epoque 19, batch 34: 1852 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03704, Loss: 0.129
 Epoque 19, batch 35: 1806 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03612, Loss: 0.127

```

Epoque 19, batch 36: 1819 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03638, Loss: 0.1270
Epoque 19, batch 37: 1885 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0377, Loss: 0.1289
Epoque 19, batch 38: 1823 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03646, Loss: 0.1260
Epoque 19, batch 39: 1819 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03638, Loss: 0.1264
Epoque 19, batch 40: 1865 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0373, Loss: 0.1278
Epoque 19, batch 41: 1783 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03566, Loss: 0.1252
Epoque 19, batch 42: 1816 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03632, Loss: 0.1263
Epoque 19, batch 43: 1811 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03622, Loss: 0.1244
Epoque 19, batch 44: 1798 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03596, Loss: 0.1250
Epoque 19, batch 45: 1915 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0383, Loss: 0.1289
Epoque 19, batch 46: 1821 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03642, Loss: 0.1264
Epoque 19, batch 47: 1860 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0372, Loss: 0.1301
Epoque 19, batch 48: 1813 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03626, Loss: 0.1263
Epoque 19, batch 49: 1825 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0365, Loss: 0.1260
Epoque 19, batch 50: 1813 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03626, Loss: 0.1263
Epoque 19, batch 51: 1873 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03746, Loss: 0.1297
Epoque 19, batch 52: 1871 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03742, Loss: 0.1277
Epoque 19, batch 53: 1829 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03658, Loss: 0.1293
Epoque 19, batch 54: 1796 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03592, Loss: 0.1251
Epoque 19, batch 55: 1774 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03548, Loss: 0.1244
Epoque 19, batch 56: 1802 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03604, Loss: 0.1271
Epoque 19, batch 57: 1795 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.0359, Loss: 0.1248
Epoque 19, batch 58: 1796 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03592, Loss: 0.1251
Epoque 19, batch 59: 1817 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03634, Loss: 0.1270
Epoque 19, batch 60: 1826 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03652, Loss: 0.1263
Epoque 19, batch 61: 1824 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03648, Loss: 0.1270
Epoque 19, batch 62: 1883 erreurs sur 50000 training data, Taux d'erreur: 0.03766, Loss: 0.1301
Epoque 19 fini: 418 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0418, Loss: 0.149431982771
Epoque 19 fini: 431 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0431, Loss: 0.146296061701
Ca nous a pris 2392.558268 secondes.

```

Résultat 2, en utilisant les hyper-paramètres: `reseauSizes=[784, 30, 10]`

`mu = 0.4`

`epoque=20`

`K_minibatch=800`

`lambda1=0.0`

`lambda2=0.0`

Nous avons obtenu un taux d'erreur de test=4.31% , ce qui est moins de 5%.

- Epoque 19 fini: 418 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0418, Loss: 0.149431982771
- Epoque 19 fini: 431 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0431, Loss: 0.146296061701
- Ca nous a pris 2392.558268 secondes.

In [539] :

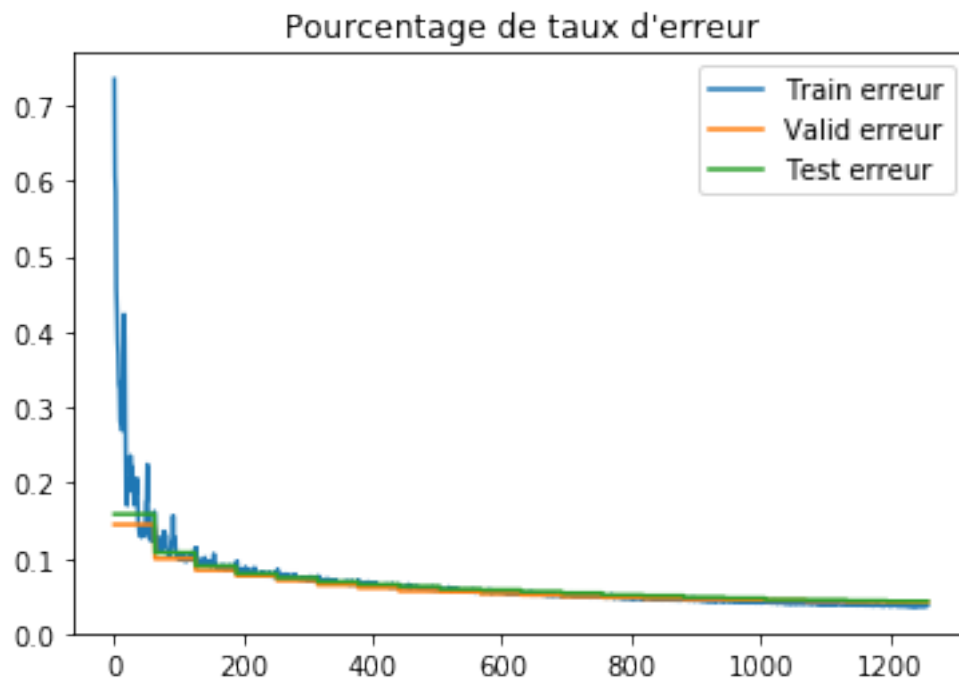
['VLoss', 'VErr', 'TTaux', 'VTaux', 'ETaux', 'EErr', 'ELoss', 'TLoss', 'TErr']

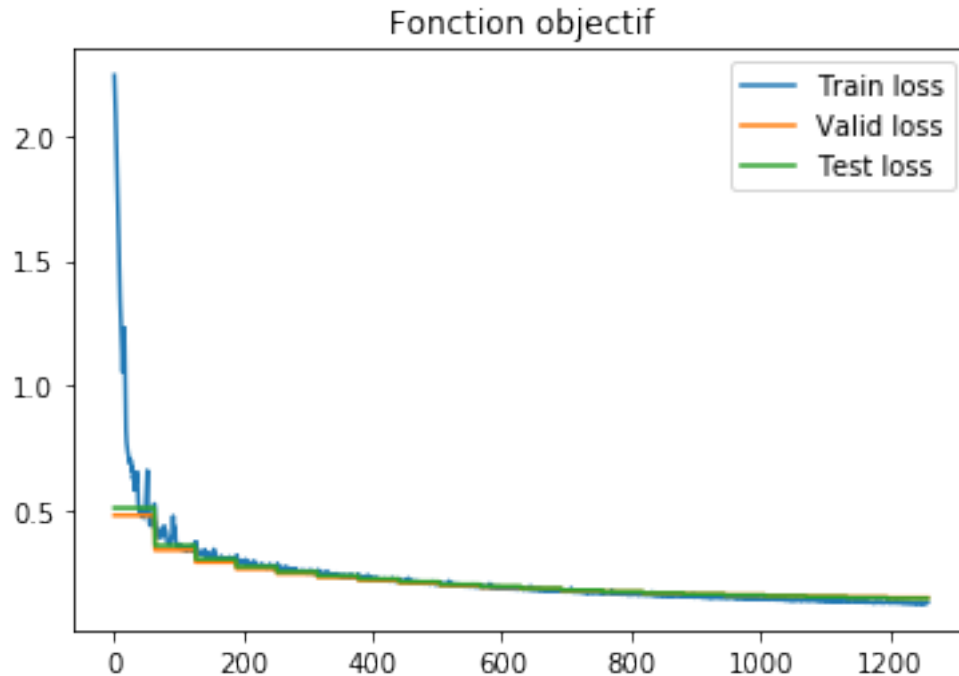
1.14 Question 10:

10. Entraîner votre réseau sur les données de MNIST. Produisez les courbes d'entraînement, de validation et de test (courbes de l'erreur de classification et du coût en fonction du nombre d'époques d'entraînement, qui correspondent à ce que vous avez enregistré dans un fichier à la question précédente). Joignez à votre rapport les courbes obtenues avec votre meilleure valeur d'hyper-paramètres, c.a.d. pour lesquels vous avez atteint la plus basse erreur de classification sur l'ensemble de validation. On suggère deux graphiques : un pour les courbes de taux d'erreurs de classification (train, valid, test avec des couleurs différentes, bien précisées dans la légende) et l'autre pour la perte moyenne (le L moyen sur train, valid, test). Normalement vous devriez pouvoir atteindre moins de 5% d'erreur en test. Indiquez dans votre rapport la valeur des hyper-paramètres retenue et correspondant aux courbes que vous joignez. Points bonus pour une erreur de test inférieure à 2%.

Réponse:

In [636] :





On va essayer d'obtenir un taux moins de 2% sur test data, avec beaucoup de neurones cachees.

In [59]:

ReseauMLP Entraînement commence...

```
Epoque 0 fini: 5350 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.107, Loss: 0.378107193197
Epoque 0 fini: 942 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0942, Loss: 0.342825372
Epoque 0 fini: 1010 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.101, Loss: 0.355985040085
Epoque 1 fini: 4392 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.08784, Loss: 0.306073286667
Epoque 1 fini: 778 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0778, Loss: 0.282189297
Epoque 1 fini: 829 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0829, Loss: 0.291707255327
Epoque 2 fini: 3775 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0755, Loss: 0.265251029119
Epoque 2 fini: 699 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0699, Loss: 0.248100433
Epoque 2 fini: 732 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0732, Loss: 0.255921474929
Epoque 3 fini: 3324 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.06648, Loss: 0.234693270398
Epoque 3 fini: 610 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.061, Loss: 0.2224031898
Epoque 3 fini: 654 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0654, Loss: 0.22897667918
Epoque 4 fini: 2972 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.05944, Loss: 0.210349492895
Epoque 4 fini: 549 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0549, Loss: 0.202024641
Epoque 4 fini: 587 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0587, Loss: 0.207509150509
Epoque 5 fini: 2696 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.05392, Loss: 0.190120162097
Epoque 5 fini: 493 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0493, Loss: 0.185284219
Epoque 5 fini: 549 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0549, Loss: 0.189600660971
Epoque 6 fini: 2463 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.04926, Loss: 0.172802695673
```

Epoque 6 fini: 451 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0451, Loss: 0.170957551
 Epoque 6 fini: 501 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0501, Loss: 0.174522656446
 Epoque 7 fini: 2249 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.04498, Loss: 0.157942038081
 Epoque 7 fini: 425 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0425, Loss: 0.158886294
 Epoque 7 fini: 468 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0468, Loss: 0.161689268292
 Epoque 8 fini: 2051 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.04102, Loss: 0.145092682769
 Epoque 8 fini: 404 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0404, Loss: 0.148657248
 Epoque 8 fini: 439 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0439, Loss: 0.150783245257
 Epoque 9 fini: 1870 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0374, Loss: 0.13397744351
 Epoque 9 fini: 385 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0385, Loss: 0.139880184
 Epoque 9 fini: 414 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0414, Loss: 0.141580285626
 Epoque 10 fini: 1745 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0349, Loss: 0.124322767192
 Epoque 10 fini: 368 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0368, Loss: 0.13240377
 Epoque 10 fini: 386 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0386, Loss: 0.133774910312
 Epoque 11 fini: 1590 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0318, Loss: 0.115847613715
 Epoque 11 fini: 345 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0345, Loss: 0.12592627
 Epoque 11 fini: 366 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0366, Loss: 0.127056070116
 Epoque 12 fini: 1483 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.02966, Loss: 0.10832400106
 Epoque 12 fini: 335 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0335, Loss: 0.12037345
 Epoque 12 fini: 342 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0342, Loss: 0.121221957534
 Epoque 13 fini: 1384 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.02768, Loss: 0.10168118867
 Epoque 13 fini: 324 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0324, Loss: 0.11556336
 Epoque 13 fini: 325 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0325, Loss: 0.116203266112
 Epoque 14 fini: 1300 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.026, Loss: 0.0957553369124
 Epoque 14 fini: 309 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0309, Loss: 0.11135869
 Epoque 14 fini: 315 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0315, Loss: 0.111843588922
 Epoque 15 fini: 1215 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0243, Loss: 0.090435659248
 Epoque 15 fini: 295 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0295, Loss: 0.10766172
 Epoque 15 fini: 301 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0301, Loss: 0.107965022439
 Epoque 16 fini: 1141 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.02282, Loss: 0.08563214288
 Epoque 16 fini: 292 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0292, Loss: 0.10438166
 Epoque 16 fini: 288 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0288, Loss: 0.104505038735
 Epoque 17 fini: 1075 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0215, Loss: 0.081232237565
 Epoque 17 fini: 286 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0286, Loss: 0.10141690
 Epoque 17 fini: 288 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0288, Loss: 0.101324015272
 Epoque 18 fini: 1029 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.02058, Loss: 0.07722392937
 Epoque 18 fini: 277 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0277, Loss: 0.09877408
 Epoque 18 fini: 282 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0282, Loss: 0.0985482729252
 Epoque 19 fini: 990 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0198, Loss: 0.0735506883737
 Epoque 19 fini: 275 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0275, Loss: 0.09643670
 Epoque 19 fini: 275 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0275, Loss: 0.0960215914166
 Epoque 20 fini: 925 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0185, Loss: 0.0701508520884
 Epoque 20 fini: 272 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0272, Loss: 0.09428856
 Epoque 20 fini: 273 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0273, Loss: 0.09375034388
 Epoque 21 fini: 883 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.01766, Loss: 0.067054455864
 Epoque 21 fini: 264 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0264, Loss: 0.09237492
 Epoque 21 fini: 271 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0271, Loss: 0.0917321574154
 Epoque 22 fini: 835 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0167, Loss: 0.0641481161031

Epoque 22 fini: 261 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0261, Loss: 0.09058356
 Epoque 22 fini: 264 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0264, Loss: 0.089846497825
 Epoque 23 fini: 791 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.01582, Loss: 0.061468435376
 Epoque 23 fini: 252 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0252, Loss: 0.08893598
 Epoque 23 fini: 258 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0258, Loss: 0.0880866857778
 Epoque 24 fini: 746 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.01492, Loss: 0.058943982411
 Epoque 24 fini: 248 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0248, Loss: 0.08747352
 Epoque 24 fini: 253 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0253, Loss: 0.0865067138961
 Epoque 25 fini: 718 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.01436, Loss: 0.056584248224
 Epoque 25 fini: 248 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0248, Loss: 0.08608231
 Epoque 25 fini: 251 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0251, Loss: 0.0850496741782
 Epoque 26 fini: 694 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.01388, Loss: 0.054368613557
 Epoque 26 fini: 241 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0241, Loss: 0.08486343
 Epoque 26 fini: 249 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0249, Loss: 0.0837170036604
 Epoque 27 fini: 668 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.01336, Loss: 0.052285510480
 Epoque 27 fini: 241 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0241, Loss: 0.08373577
 Epoque 27 fini: 242 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0242, Loss: 0.0824475643615
 Epoque 28 fini: 630 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0126, Loss: 0.0503439307261
 Epoque 28 fini: 240 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.024, Loss: 0.082760655
 Epoque 28 fini: 241 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0241, Loss: 0.0813404055619
 Epoque 29 fini: 604 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.01208, Loss: 0.048520008136
 Epoque 29 fini: 239 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0239, Loss: 0.08185638
 Epoque 29 fini: 239 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0239, Loss: 0.0803205950891
 Epoque 30 fini: 583 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.01166, Loss: 0.046781060769
 Epoque 30 fini: 236 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0236, Loss: 0.08096956
 Epoque 30 fini: 240 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.024, Loss: 0.0793116955164
 Epoque 31 fini: 549 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.01098, Loss: 0.045120253049
 Epoque 31 fini: 234 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0234, Loss: 0.08019255
 Epoque 31 fini: 237 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0237, Loss: 0.0783625650268
 Epoque 32 fini: 527 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.01054, Loss: 0.043562014426
 Epoque 32 fini: 231 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0231, Loss: 0.07947258
 Epoque 32 fini: 231 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0231, Loss: 0.0775341177302
 Epoque 33 fini: 505 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0101, Loss: 0.0420680253921
 Epoque 33 fini: 229 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0229, Loss: 0.07880383
 Epoque 33 fini: 229 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0229, Loss: 0.0767246526809
 Epoque 34 fini: 487 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00974, Loss: 0.040640067408
 Epoque 34 fini: 226 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0226, Loss: 0.07813257
 Epoque 34 fini: 225 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0225, Loss: 0.0759110774317
 Epoque 35 fini: 473 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00946, Loss: 0.039292851844
 Epoque 35 fini: 225 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0225, Loss: 0.07758585
 Epoque 35 fini: 221 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0221, Loss: 0.0752569404308
 Epoque 36 fini: 457 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00914, Loss: 0.038016902247
 Epoque 36 fini: 225 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0225, Loss: 0.07704467
 Epoque 36 fini: 220 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.022, Loss: 0.0745632995452
 Epoque 37 fini: 441 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00882, Loss: 0.036780685744
 Epoque 37 fini: 226 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0226, Loss: 0.07655376
 Epoque 37 fini: 217 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0217, Loss: 0.0739329694647
 Epoque 38 fini: 419 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00838, Loss: 0.035633365733

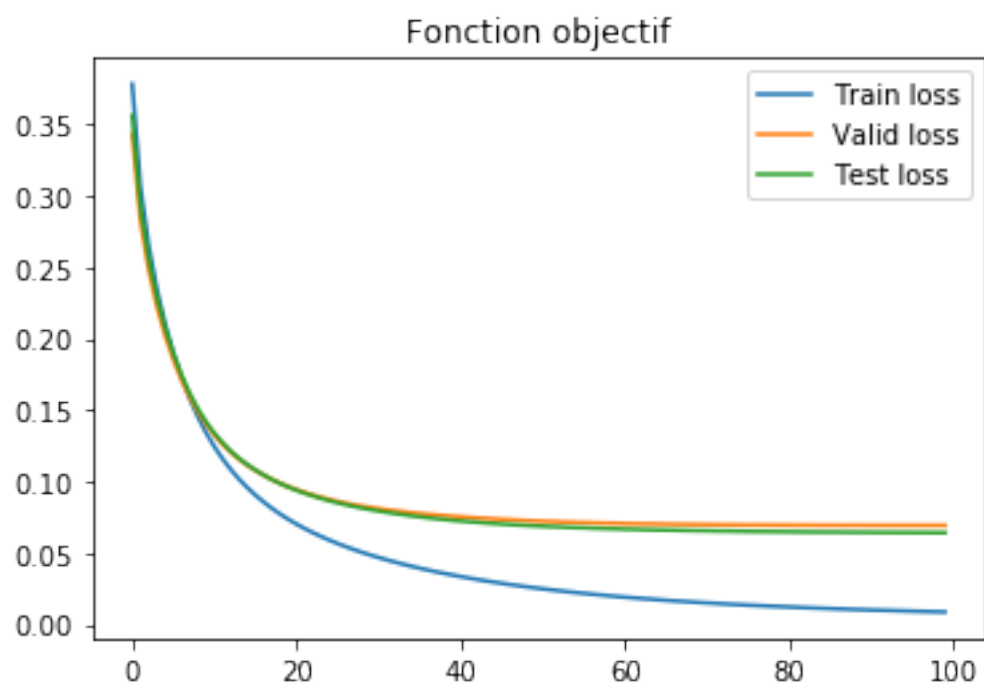
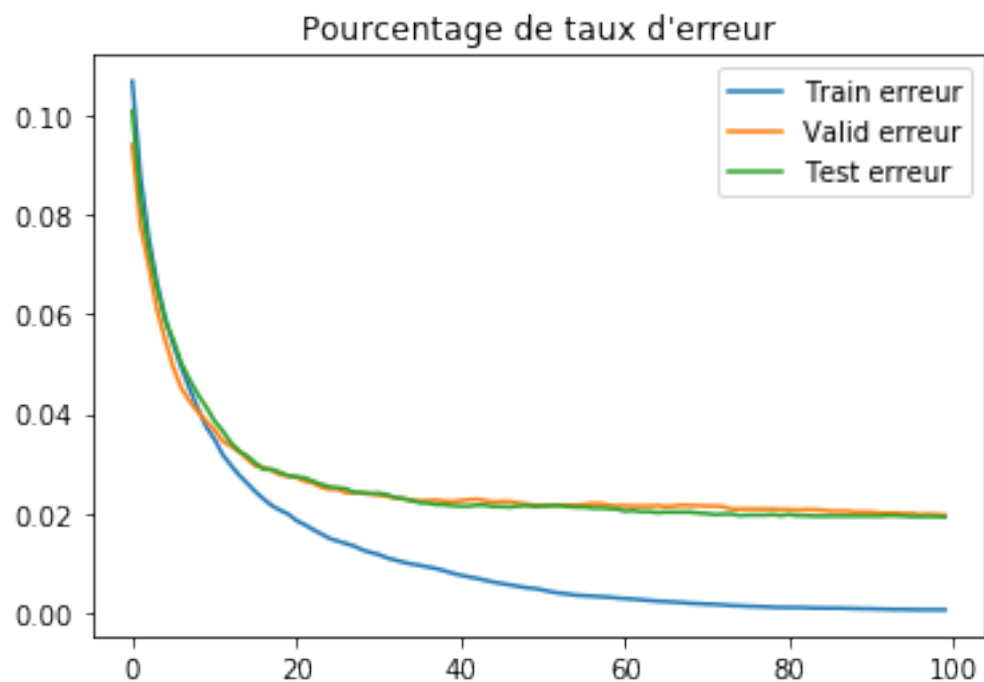
Epoque 38 fini: 224 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0224, Loss: 0.07607533
 Epoque 38 fini: 217 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0217, Loss: 0.0733777028609
 Epoque 39 fini: 394 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00788, Loss: 0.034505151491
 Epoque 39 fini: 223 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0223, Loss: 0.075656103
 Epoque 39 fini: 215 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0215, Loss: 0.072787322596
 Epoque 40 fini: 374 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00748, Loss: 0.0334319169204
 Epoque 40 fini: 225 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0225, Loss: 0.07522758
 Epoque 40 fini: 214 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0214, Loss: 0.0723544898287
 Epoque 41 fini: 357 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00714, Loss: 0.0323991007301
 Epoque 41 fini: 227 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0227, Loss: 0.07485029
 Epoque 41 fini: 214 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0214, Loss: 0.0718493306674
 Epoque 42 fini: 342 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00684, Loss: 0.031411942524
 Epoque 42 fini: 228 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0228, Loss: 0.07444777
 Epoque 42 fini: 216 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0216, Loss: 0.0714084878462
 Epoque 43 fini: 323 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00646, Loss: 0.030470308143
 Epoque 43 fini: 225 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0225, Loss: 0.07412423
 Epoque 43 fini: 216 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0216, Loss: 0.0709265054578
 Epoque 44 fini: 304 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00608, Loss: 0.029571092849
 Epoque 44 fini: 222 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0222, Loss: 0.07378154
 Epoque 44 fini: 213 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0213, Loss: 0.0705814285377
 Epoque 45 fini: 291 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00582, Loss: 0.028675979491
 Epoque 45 fini: 223 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0223, Loss: 0.07346181
 Epoque 45 fini: 213 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0213, Loss: 0.0701951961726
 Epoque 46 fini: 276 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00552, Loss: 0.027847786326
 Epoque 46 fini: 223 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0223, Loss: 0.07317749
 Epoque 46 fini: 212 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0212, Loss: 0.0698338373644
 Epoque 47 fini: 262 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00524, Loss: 0.027052661230
 Epoque 47 fini: 220 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.022, Loss: 0.072921504
 Epoque 47 fini: 214 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0214, Loss: 0.0695204193291
 Epoque 48 fini: 248 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00496, Loss: 0.026273998967
 Epoque 48 fini: 218 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0218, Loss: 0.07262134
 Epoque 48 fini: 215 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0215, Loss: 0.069204700034
 Epoque 49 fini: 240 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0048, Loss: 0.0255434530007
 Epoque 49 fini: 216 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0216, Loss: 0.07238938
 Epoque 49 fini: 213 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0213, Loss: 0.0689303657385
 Epoque 50 fini: 225 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0045, Loss: 0.024816832714
 Epoque 50 fini: 215 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0215, Loss: 0.07213686
 Epoque 50 fini: 214 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0214, Loss: 0.0686639224361
 Epoque 51 fini: 207 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00414, Loss: 0.024141296233
 Epoque 51 fini: 216 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0216, Loss: 0.07196637
 Epoque 51 fini: 215 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0215, Loss: 0.0683861233913
 Epoque 52 fini: 194 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00388, Loss: 0.023477184332
 Epoque 52 fini: 216 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0216, Loss: 0.07170673
 Epoque 52 fini: 215 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0215, Loss: 0.0681922174001
 Epoque 53 fini: 185 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0037, Loss: 0.0228338208887
 Epoque 53 fini: 216 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0216, Loss: 0.07151122
 Epoque 53 fini: 213 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0213, Loss: 0.0678984290769
 Epoque 54 fini: 173 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00346, Loss: 0.022230383028

Epoque 54 fini: 216 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0216, Loss: 0.07136013
 Epoque 54 fini: 212 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0212, Loss: 0.0676759444563
 Epoque 55 fini: 168 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00336, Loss: 0.021649113975
 Epoque 55 fini: 217 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0217, Loss: 0.07121433
 Epoque 55 fini: 212 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0212, Loss: 0.0675730902707
 Epoque 56 fini: 163 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00326, Loss: 0.021080494588
 Epoque 56 fini: 219 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0219, Loss: 0.07107430
 Epoque 56 fini: 210 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.021, Loss: 0.0672855871104
 Epoque 57 fini: 158 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00316, Loss: 0.020523467379
 Epoque 57 fini: 219 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0219, Loss: 0.07088047
 Epoque 57 fini: 210 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.021, Loss: 0.06713289551
 Epoque 58 fini: 153 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00306, Loss: 0.020012794505
 Epoque 58 fini: 216 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0216, Loss: 0.07079374
 Epoque 58 fini: 209 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0209, Loss: 0.0669672653791
 Epoque 59 fini: 144 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00288, Loss: 0.019487179089
 Epoque 59 fini: 214 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0214, Loss: 0.07064508
 Epoque 59 fini: 208 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0208, Loss: 0.066816550693
 Epoque 60 fini: 139 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00278, Loss: 0.019001155341
 Epoque 60 fini: 215 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0215, Loss: 0.07054869
 Epoque 60 fini: 204 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0204, Loss: 0.0665930049179
 Epoque 61 fini: 133 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00266, Loss: 0.018540627243
 Epoque 61 fini: 214 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0214, Loss: 0.07043605
 Epoque 61 fini: 205 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0205, Loss: 0.0665016542205
 Epoque 62 fini: 127 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00254, Loss: 0.018073354332
 Epoque 62 fini: 214 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0214, Loss: 0.07034102
 Epoque 62 fini: 203 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0203, Loss: 0.0663401735843
 Epoque 63 fini: 118 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00236, Loss: 0.017651877438
 Epoque 63 fini: 214 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0214, Loss: 0.07027892
 Epoque 63 fini: 203 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0203, Loss: 0.0661975842003
 Epoque 64 fini: 112 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00224, Loss: 0.017235822940
 Epoque 64 fini: 215 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0215, Loss: 0.07021110
 Epoque 64 fini: 201 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0201, Loss: 0.0660580316397
 Epoque 65 fini: 108 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00216, Loss: 0.016824949508
 Epoque 65 fini: 213 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0213, Loss: 0.07011747
 Epoque 65 fini: 202 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0202, Loss: 0.0659619401277
 Epoque 66 fini: 103 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00206, Loss: 0.016430179352
 Epoque 66 fini: 214 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0214, Loss: 0.07002272
 Epoque 66 fini: 202 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0202, Loss: 0.0658671611085
 Epoque 67 fini: 98 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00196, Loss: 0.0160447192851
 Epoque 67 fini: 216 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0216, Loss: 0.06992869
 Epoque 67 fini: 202 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0202, Loss: 0.0657156775963
 Epoque 68 fini: 91 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00182, Loss: 0.015685165003
 Epoque 68 fini: 215 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0215, Loss: 0.06987658
 Epoque 68 fini: 202 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0202, Loss: 0.0656335052143
 Epoque 69 fini: 88 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00176, Loss: 0.0153237859526
 Epoque 69 fini: 215 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0215, Loss: 0.06981798
 Epoque 69 fini: 200 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.02, Loss: 0.0655248247422
 Epoque 70 fini: 83 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00166, Loss: 0.0149788868696

Epoque 70 fini: 214 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0214, Loss: 0.06974696
 Epoque 70 fini: 199 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0199, Loss: 0.0654788612067
 Epoque 71 fini: 80 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0016, Loss: 0.0146546454053
 Epoque 71 fini: 214 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0214, Loss: 0.06973941
 Epoque 71 fini: 197 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0197, Loss: 0.0653393862309
 Epoque 72 fini: 75 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0015, Loss: 0.0143301287666
 Epoque 72 fini: 213 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0213, Loss: 0.06962577
 Epoque 72 fini: 198 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0198, Loss: 0.0653130157468
 Epoque 73 fini: 68 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00136, Loss: 0.0140136500427
 Epoque 73 fini: 208 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0208, Loss: 0.06962683
 Epoque 73 fini: 198 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0198, Loss: 0.0652117785585
 Epoque 74 fini: 66 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00132, Loss: 0.0137383424498
 Epoque 74 fini: 208 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0208, Loss: 0.06957970
 Epoque 74 fini: 195 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0195, Loss: 0.0651225677425
 Epoque 75 fini: 61 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00122, Loss: 0.0134241994903
 Epoque 75 fini: 208 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0208, Loss: 0.06953260
 Epoque 75 fini: 196 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0196, Loss: 0.0650390699682
 Epoque 76 fini: 59 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00118, Loss: 0.0131614057551
 Epoque 76 fini: 208 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0208, Loss: 0.06951354
 Epoque 76 fini: 196 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0196, Loss: 0.0649565918903
 Epoque 77 fini: 56 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00112, Loss: 0.0128921549913
 Epoque 77 fini: 208 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0208, Loss: 0.06951373
 Epoque 77 fini: 196 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0196, Loss: 0.0649396580385
 Epoque 78 fini: 52 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00104, Loss: 0.012617836235
 Epoque 78 fini: 208 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0208, Loss: 0.06943441
 Epoque 78 fini: 197 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0197, Loss: 0.0648730638097
 Epoque 79 fini: 50 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.001, Loss: 0.0123802581134
 Epoque 79 fini: 207 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0207, Loss: 0.06944955
 Epoque 79 fini: 195 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0195, Loss: 0.0648252306383
 Epoque 80 fini: 49 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00098, Loss: 0.0121342793747
 Epoque 80 fini: 207 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0207, Loss: 0.06944918
 Epoque 80 fini: 197 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0197, Loss: 0.0647780131959
 Epoque 81 fini: 49 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00098, Loss: 0.0118836974138
 Epoque 81 fini: 206 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0206, Loss: 0.06938049
 Epoque 81 fini: 195 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0195, Loss: 0.0647034236339
 Epoque 82 fini: 47 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00094, Loss: 0.0116710009044
 Epoque 82 fini: 207 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0207, Loss: 0.06941569
 Epoque 82 fini: 195 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0195, Loss: 0.064666171673
 Epoque 83 fini: 44 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00088, Loss: 0.0114325520387
 Epoque 83 fini: 207 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0207, Loss: 0.06937186
 Epoque 83 fini: 194 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0194, Loss: 0.0646163117019
 Epoque 84 fini: 43 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00086, Loss: 0.0112212818084
 Epoque 84 fini: 206 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0206, Loss: 0.06936703
 Epoque 84 fini: 194 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0194, Loss: 0.0645749890313
 Epoque 85 fini: 42 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00084, Loss: 0.0110144524674
 Epoque 85 fini: 204 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0204, Loss: 0.06936459
 Epoque 85 fini: 194 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0194, Loss: 0.0645799092862
 Epoque 86 fini: 42 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00084, Loss: 0.0108063218168

Epoque 86 fini: 204 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0204, Loss: 0.06931633
 Epoque 86 fini: 194 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0194, Loss: 0.0645299310837
 Epoque 87 fini: 40 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0008, Loss: 0.0106124151722
 Epoque 87 fini: 204 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0204, Loss: 0.06930125
 Epoque 87 fini: 194 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0194, Loss: 0.0644504949119
 Epoque 88 fini: 38 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00076, Loss: 0.0104131446235
 Epoque 88 fini: 202 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0202, Loss: 0.06931572
 Epoque 88 fini: 194 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0194, Loss: 0.0644429350614
 Epoque 89 fini: 36 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00072, Loss: 0.0102385113508
 Epoque 89 fini: 202 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0202, Loss: 0.06931603
 Epoque 89 fini: 194 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0194, Loss: 0.0644247115392
 Epoque 90 fini: 35 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0007, Loss: 0.0100466228173
 Epoque 90 fini: 202 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0202, Loss: 0.06928070
 Epoque 90 fini: 194 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0194, Loss: 0.0643525601633
 Epoque 91 fini: 33 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00066, Loss: 0.0098765776538
 Epoque 91 fini: 200 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.02, Loss: 0.0692894186
 Epoque 91 fini: 194 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0194, Loss: 0.0643232293417
 Epoque 92 fini: 31 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00062, Loss: 0.0097036251024
 Epoque 92 fini: 200 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.02, Loss: 0.0692824788
 Epoque 92 fini: 195 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0195, Loss: 0.0643307931279
 Epoque 93 fini: 29 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00058, Loss: 0.0095411777603
 Epoque 93 fini: 200 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.02, Loss: 0.0692726564
 Epoque 93 fini: 195 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0195, Loss: 0.0642684992797
 Epoque 94 fini: 29 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00058, Loss: 0.0093751959082
 Epoque 94 fini: 199 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0199, Loss: 0.06928507
 Epoque 94 fini: 194 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0194, Loss: 0.0642658330764
 Epoque 95 fini: 27 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00054, Loss: 0.0092209568380
 Epoque 95 fini: 199 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0199, Loss: 0.06927560
 Epoque 95 fini: 193 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0193, Loss: 0.0642373939407
 Epoque 96 fini: 26 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00052, Loss: 0.0090712195288
 Epoque 96 fini: 197 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0197, Loss: 0.06927871
 Epoque 96 fini: 193 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0193, Loss: 0.0642080077747
 Epoque 97 fini: 26 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00052, Loss: 0.0089157639942
 Epoque 97 fini: 198 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0198, Loss: 0.06926156
 Epoque 97 fini: 193 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0193, Loss: 0.0641887011879
 Epoque 98 fini: 26 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00052, Loss: 0.0087799010169
 Epoque 98 fini: 197 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0197, Loss: 0.06928970
 Epoque 98 fini: 193 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0193, Loss: 0.064157366918
 Epoque 99 fini: 25 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0005, Loss: 0.00863404994479
 Epoque 99 fini: 196 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0196, Loss: 0.06926067
 Epoque 99 fini: 192 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0192, Loss: 0.0641043638863
 Ca nous a pris 1754.653048 secondes pour entrainer le reseau [784, 300, 10] sur 50000 poin
 taux, num err, loss sur validation= (0.0196, 196, 0.069260674645677631)
 taux, num err, loss sur test= (0.0192, 192, 0.064104363886291968)

In [60]:



Résultat 3, en utilisant un réseau avec 2 couches cachées et les hyper-paramètres: `reseau-Sizes=[784, 300, 10]`

`mu = 0.017`

`epoque=100`

`K_minibatch=30`

`lambda1=0.000002`

`lambda2=0.000002`

Nous avons obtenu un taux d'erreur de test data = 1.92%.

- Epoque 99 fini: 196 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0196, Loss: 0.0692606746457
- Epoque 99 fini: 192 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0192, Loss: 0.0641043638863
- Ca nous a pris 1754.653048 secondes pour entrainer le reseau [784, 300, 10] sur 50000 points de training data .
- taux, num err, loss sur validation= (0.0196, 196, 0.069260674645677631)
- taux, num err, loss sur test= (0.0192, 192, 0.064104363886291968)

Nous essayons aussi un reseau avec 2 couche cachee.

In [61]:

ReseauMLP Entraînement commence...

Epoque 0 fini: 5918 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.11836, Loss: 0.400457596308

Epoque 0 fini: 1035 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.1035, Loss: 0.36319764

Epoque 0 fini: 1131 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.1131, Loss: 0.384912036126

Epoque 1 fini: 4467 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.08934, Loss: 0.303381996466

Epoque 1 fini: 794 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0794, Loss: 0.278271775

Epoque 1 fini: 878 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0878, Loss: 0.296314048412

Epoque 2 fini: 3547 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.07094, Loss: 0.243356973585

Epoque 2 fini: 645 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0645, Loss: 0.226915163

Epoque 2 fini: 703 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0703, Loss: 0.241176514311

Epoque 3 fini: 2898 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.05796, Loss: 0.200688358923

Epoque 3 fini: 523 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0523, Loss: 0.190743438

Epoque 3 fini: 595 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0595, Loss: 0.202239400645

Epoque 4 fini: 2426 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.04852, Loss: 0.169049328638

Epoque 4 fini: 451 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0451, Loss: 0.164609802

Epoque 4 fini: 510 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.051, Loss: 0.173679992379

Epoque 5 fini: 2086 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.04172, Loss: 0.14482561268

Epoque 5 fini: 396 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0396, Loss: 0.145282082

Epoque 5 fini: 456 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0456, Loss: 0.152482294147

Epoque 6 fini: 1782 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.03564, Loss: 0.125813750337

Epoque 6 fini: 355 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0355, Loss: 0.130880093

Epoque 6 fini: 411 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0411, Loss: 0.136598529758

Epoque 7 fini: 1544 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.03088, Loss: 0.11008776043

Epoque 7 fini: 326 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0326, Loss: 0.119619284

Epoque 7 fini: 370 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.037, Loss: 0.124183865597
 Epoque 8 fini: 1365 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0273, Loss: 0.0970303818601
 Epoque 8 fini: 306 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0306, Loss: 0.1107387007
 Epoque 8 fini: 342 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0342, Loss: 0.114405057055
 Epoque 9 fini: 1212 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.02424, Loss: 0.086329936701
 Epoque 9 fini: 289 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0289, Loss: 0.1036516914
 Epoque 9 fini: 316 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0316, Loss: 0.106608852953
 Epoque 10 fini: 1099 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.02198, Loss: 0.07723920067
 Epoque 10 fini: 281 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0281, Loss: 0.09784582
 Epoque 10 fini: 298 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0298, Loss: 0.100154664993
 Epoque 11 fini: 973 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.01946, Loss: 0.069527669849
 Epoque 11 fini: 276 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0276, Loss: 0.09309521
 Epoque 11 fini: 279 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0279, Loss: 0.0949031957721
 Epoque 12 fini: 864 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.01728, Loss: 0.062933178945
 Epoque 12 fini: 264 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0264, Loss: 0.08927418
 Epoque 12 fini: 275 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0275, Loss: 0.0907777612564
 Epoque 13 fini: 766 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.01532, Loss: 0.057320135241
 Epoque 13 fini: 254 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0254, Loss: 0.08623452
 Epoque 13 fini: 266 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0266, Loss: 0.0874320236386
 Epoque 14 fini: 679 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.01358, Loss: 0.052307607227
 Epoque 14 fini: 241 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0241, Loss: 0.08374238
 Epoque 14 fini: 264 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0264, Loss: 0.0845094046409
 Epoque 15 fini: 624 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.01248, Loss: 0.047846321908
 Epoque 15 fini: 232 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0232, Loss: 0.08166742
 Epoque 15 fini: 260 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.026, Loss: 0.0818371750951
 Epoque 16 fini: 565 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0113, Loss: 0.0438932979667
 Epoque 16 fini: 226 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0226, Loss: 0.08008618
 Epoque 16 fini: 253 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0253, Loss: 0.0797162093545
 Epoque 17 fini: 525 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0105, Loss: 0.0403651705959
 Epoque 17 fini: 221 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0221, Loss: 0.07870733
 Epoque 17 fini: 249 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0249, Loss: 0.0780789313494
 Epoque 18 fini: 471 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00942, Loss: 0.037194361325
 Epoque 18 fini: 220 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.022, Loss: 0.077744936
 Epoque 18 fini: 248 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0248, Loss: 0.0765392538982
 Epoque 19 fini: 432 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00864, Loss: 0.034201139005
 Epoque 19 fini: 221 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0221, Loss: 0.07675374
 Epoque 19 fini: 242 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0242, Loss: 0.0750841073231
 Epoque 20 fini: 387 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00774, Loss: 0.031491625497
 Epoque 20 fini: 220 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.022, Loss: 0.076006652
 Epoque 20 fini: 239 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0239, Loss: 0.0737481406072
 Epoque 21 fini: 331 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00662, Loss: 0.029001175885
 Epoque 21 fini: 215 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0215, Loss: 0.07545288
 Epoque 21 fini: 237 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0237, Loss: 0.0728280766829
 Epoque 22 fini: 306 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00612, Loss: 0.026823947960
 Epoque 22 fini: 218 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0218, Loss: 0.07502778
 Epoque 22 fini: 234 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0234, Loss: 0.0720496772144
 Epoque 23 fini: 279 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00558, Loss: 0.024828652565
 Epoque 23 fini: 214 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0214, Loss: 0.07478045

Epoque 23 fini: 233 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0233, Loss: 0.0714522599349
 Epoque 24 fini: 243 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00486, Loss: 0.022999401890
 Epoque 24 fini: 211 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0211, Loss: 0.07446020
 Epoque 24 fini: 231 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0231, Loss: 0.0707984268234
 Epoque 25 fini: 227 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00454, Loss: 0.021274502448
 Epoque 25 fini: 210 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.021, Loss: 0.074156696
 Epoque 25 fini: 230 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.023, Loss: 0.0703582946255
 Epoque 26 fini: 201 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00402, Loss: 0.019684519103
 Epoque 26 fini: 208 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0208, Loss: 0.07409472
 Epoque 26 fini: 228 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0228, Loss: 0.0699269279601
 Epoque 27 fini: 176 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00352, Loss: 0.018233107196
 Epoque 27 fini: 207 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0207, Loss: 0.07378830
 Epoque 27 fini: 226 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0226, Loss: 0.0694348997559
 Epoque 28 fini: 155 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0031, Loss: 0.0169540739715
 Epoque 28 fini: 201 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0201, Loss: 0.07387373
 Epoque 28 fini: 224 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0224, Loss: 0.0691251432666
 Epoque 29 fini: 137 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00274, Loss: 0.015809148549
 Epoque 29 fini: 197 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0197, Loss: 0.07385982
 Epoque 29 fini: 223 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0223, Loss: 0.0688761846797
 Epoque 30 fini: 127 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00254, Loss: 0.014753187000
 Epoque 30 fini: 196 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0196, Loss: 0.07396034
 Epoque 30 fini: 223 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0223, Loss: 0.0688992451151
 Epoque 31 fini: 114 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00228, Loss: 0.013790533506
 Epoque 31 fini: 195 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0195, Loss: 0.07408974
 Epoque 31 fini: 224 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0224, Loss: 0.0687582595551
 Epoque 32 fini: 104 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00208, Loss: 0.012850489328
 Epoque 32 fini: 193 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0193, Loss: 0.07412108
 Epoque 32 fini: 223 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0223, Loss: 0.0686938249549
 Epoque 33 fini: 96 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00192, Loss: 0.0119926169951
 Epoque 33 fini: 194 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0194, Loss: 0.07422550
 Epoque 33 fini: 221 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0221, Loss: 0.0685934115027
 Epoque 34 fini: 90 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0018, Loss: 0.0112634022343
 Epoque 34 fini: 188 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0188, Loss: 0.07439611
 Epoque 34 fini: 220 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.022, Loss: 0.068625279214
 Epoque 35 fini: 82 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00164, Loss: 0.0104792444683
 Epoque 35 fini: 190 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.019, Loss: 0.074411191
 Epoque 35 fini: 218 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0218, Loss: 0.0685972330171
 Epoque 36 fini: 67 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00134, Loss: 0.0098449800191
 Epoque 36 fini: 188 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0188, Loss: 0.07457353
 Epoque 36 fini: 215 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0215, Loss: 0.0686006950658
 Epoque 37 fini: 63 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00126, Loss: 0.0091676563111
 Epoque 37 fini: 186 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0186, Loss: 0.07461269
 Epoque 37 fini: 215 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0215, Loss: 0.0685999313694
 Epoque 38 fini: 55 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0011, Loss: 0.0085723754934
 Epoque 38 fini: 184 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0184, Loss: 0.07473480
 Epoque 38 fini: 216 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0216, Loss: 0.068682060282
 Epoque 39 fini: 47 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00094, Loss: 0.0080415940224
 Epoque 39 fini: 184 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0184, Loss: 0.07482660

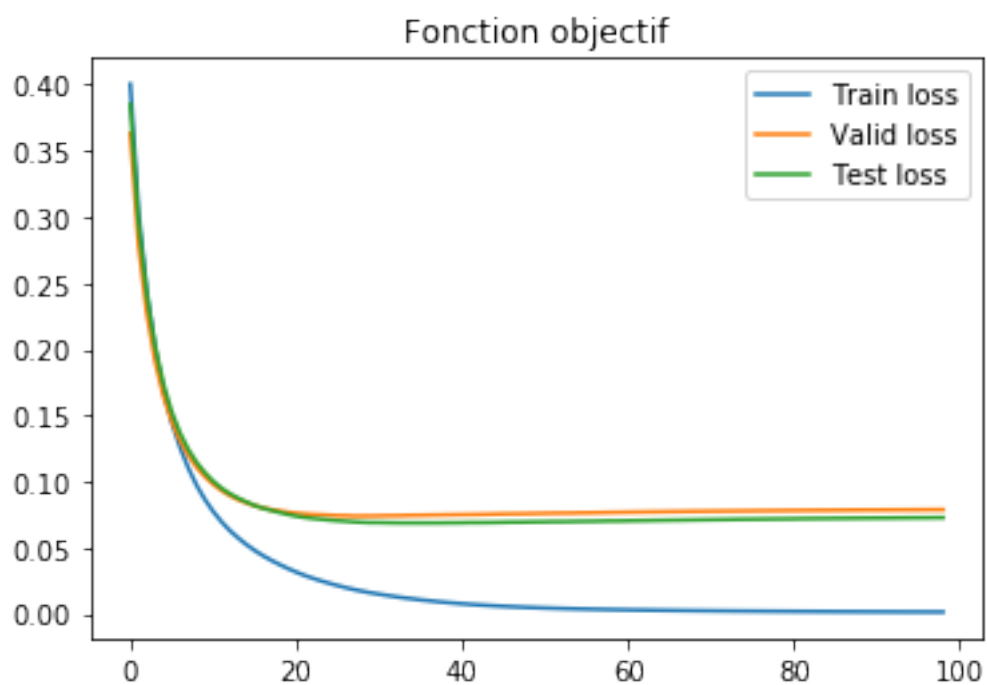
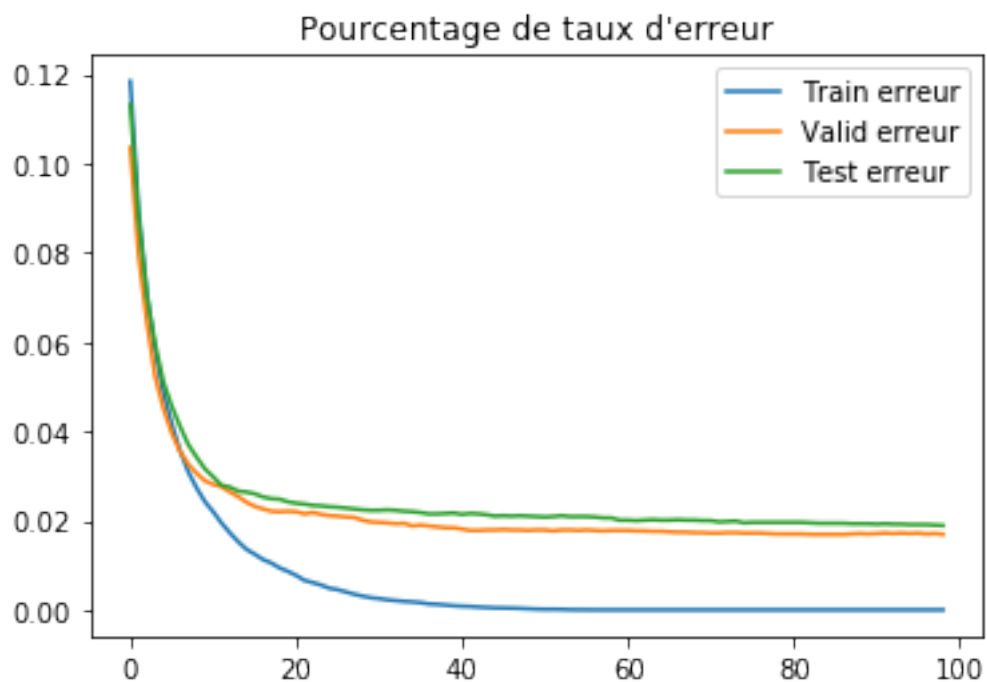
Epoque 39 fini: 217 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0217, Loss: 0.0687033741102
 Epoque 40 fini: 42 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00084, Loss: 0.0075409578391
 Epoque 40 fini: 181 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0181, Loss: 0.07493492
 Epoque 40 fini: 214 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0214, Loss: 0.0687531966361
 Epoque 41 fini: 39 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00078, Loss: 0.0070824412472
 Epoque 41 fini: 178 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0178, Loss: 0.07500368
 Epoque 41 fini: 216 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0216, Loss: 0.0688951153165
 Epoque 42 fini: 32 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00064, Loss: 0.0066545456993
 Epoque 42 fini: 178 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0178, Loss: 0.07505683
 Epoque 42 fini: 215 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0215, Loss: 0.0688733166879
 Epoque 43 fini: 28 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00056, Loss: 0.0062831983932
 Epoque 43 fini: 179 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0179, Loss: 0.07518954
 Epoque 43 fini: 213 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0213, Loss: 0.0689380270054
 Epoque 44 fini: 23 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00046, Loss: 0.0059184197320
 Epoque 44 fini: 179 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0179, Loss: 0.07531486
 Epoque 44 fini: 210 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.021, Loss: 0.0690091005961
 Epoque 45 fini: 22 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00044, Loss: 0.0056031783256
 Epoque 45 fini: 180 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.018, Loss: 0.075443658
 Epoque 45 fini: 211 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0211, Loss: 0.0691189965029
 Epoque 46 fini: 20 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.0004, Loss: 0.00529999878896
 Epoque 46 fini: 179 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0179, Loss: 0.07553148
 Epoque 46 fini: 210 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.021, Loss: 0.0692324585212
 Epoque 47 fini: 17 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00034, Loss: 0.0050240722405
 Epoque 47 fini: 179 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0179, Loss: 0.07559422
 Epoque 47 fini: 211 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0211, Loss: 0.0692350208096
 Epoque 48 fini: 13 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00026, Loss: 0.0047733256379
 Epoque 48 fini: 178 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0178, Loss: 0.07568511
 Epoque 48 fini: 210 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.021, Loss: 0.0693590820628
 Epoque 49 fini: 9 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00018, Loss: 0.00454754246061
 Epoque 49 fini: 179 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0179, Loss: 0.07578573
 Epoque 49 fini: 209 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0209, Loss: 0.069416461553
 Epoque 50 fini: 7 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00014, Loss: 0.00433152098368
 Epoque 50 fini: 179 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0179, Loss: 0.07588530
 Epoque 50 fini: 208 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0208, Loss: 0.0694810566083
 Epoque 51 fini: 7 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00014, Loss: 0.00414258705023
 Epoque 51 fini: 177 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0177, Loss: 0.07600230
 Epoque 51 fini: 209 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0209, Loss: 0.0695967004459
 Epoque 52 fini: 6 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 0.00012, Loss: 0.00395289736121
 Epoque 52 fini: 179 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0179, Loss: 0.07607014
 Epoque 52 fini: 211 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0211, Loss: 0.0695973287076
 Epoque 53 fini: 3 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 6e-05, Loss: 0.00378842081818
 Epoque 53 fini: 179 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0179, Loss: 0.07608111
 Epoque 53 fini: 209 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0209, Loss: 0.0696745542968
 Epoque 54 fini: 2 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 4e-05, Loss: 0.00363531268163
 Epoque 54 fini: 178 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0178, Loss: 0.07624032
 Epoque 54 fini: 209 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0209, Loss: 0.0697890536546
 Epoque 55 fini: 2 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 4e-05, Loss: 0.00349146143695
 Epoque 55 fini: 179 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0179, Loss: 0.07629085

Epoque 55 fini: 209 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0209, Loss: 0.0698648711149
 Epoque 56 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00336049374085
 Epoque 56 fini: 178 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0178, Loss: 0.07638885
 Epoque 56 fini: 208 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0208, Loss: 0.069897946445
 Epoque 57 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00323588242688
 Epoque 57 fini: 177 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0177, Loss: 0.07649683
 Epoque 57 fini: 206 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0206, Loss: 0.0700519747148
 Epoque 58 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00311589778548
 Epoque 58 fini: 178 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0178, Loss: 0.07659806
 Epoque 58 fini: 206 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0206, Loss: 0.0701454666046
 Epoque 59 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00301139191222
 Epoque 59 fini: 178 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0178, Loss: 0.07666996
 Epoque 59 fini: 201 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0201, Loss: 0.0701360805566
 Epoque 60 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00290788188521
 Epoque 60 fini: 178 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0178, Loss: 0.076760514
 Epoque 60 fini: 201 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0201, Loss: 0.0702820151711
 Epoque 61 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00281485108546
 Epoque 61 fini: 177 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0177, Loss: 0.07686672
 Epoque 61 fini: 200 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.02, Loss: 0.0703731982488
 Epoque 62 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00272616078885
 Epoque 62 fini: 177 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0177, Loss: 0.07694622
 Epoque 62 fini: 201 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0201, Loss: 0.0704276396615
 Epoque 63 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00264575396926
 Epoque 63 fini: 176 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0176, Loss: 0.07702049
 Epoque 63 fini: 202 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0202, Loss: 0.0705427442719
 Epoque 64 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00256347187061
 Epoque 64 fini: 176 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0176, Loss: 0.07708346
 Epoque 64 fini: 201 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0201, Loss: 0.0706020567683
 Epoque 65 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00249104083781
 Epoque 65 fini: 175 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0175, Loss: 0.07717736
 Epoque 65 fini: 201 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0201, Loss: 0.070709704875
 Epoque 66 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00242301649218
 Epoque 66 fini: 174 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0174, Loss: 0.07724422
 Epoque 66 fini: 202 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0202, Loss: 0.0707589654457
 Epoque 67 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00235609250369
 Epoque 67 fini: 174 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0174, Loss: 0.07732168
 Epoque 67 fini: 201 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0201, Loss: 0.0708523989597
 Epoque 68 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00229057231738
 Epoque 68 fini: 173 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0173, Loss: 0.07739172
 Epoque 68 fini: 201 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0201, Loss: 0.0709497060081
 Epoque 69 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00223467468642
 Epoque 69 fini: 173 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0173, Loss: 0.07744147
 Epoque 69 fini: 200 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.02, Loss: 0.0710320632458
 Epoque 70 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00217686543678
 Epoque 70 fini: 172 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0172, Loss: 0.07752348
 Epoque 70 fini: 200 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.02, Loss: 0.0710994070716
 Epoque 71 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00212153743067
 Epoque 71 fini: 172 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0172, Loss: 0.07755568

Epoque 71 fini: 197 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0197, Loss: 0.0711730754018
 Epoque 72 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.0020713570377
 Epoque 72 fini: 173 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0173, Loss: 0.07763362
 Epoque 72 fini: 198 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0198, Loss: 0.0712421215542
 Epoque 73 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.0020238355364
 Epoque 73 fini: 173 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0173, Loss: 0.07768508
 Epoque 73 fini: 199 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0199, Loss: 0.071330902407
 Epoque 74 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.0019788745531
 Epoque 74 fini: 172 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0172, Loss: 0.07772453
 Epoque 74 fini: 195 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0195, Loss: 0.0714126836812
 Epoque 75 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00193472019575
 Epoque 75 fini: 172 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0172, Loss: 0.07777680
 Epoque 75 fini: 196 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0196, Loss: 0.0714408841672
 Epoque 76 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00189158620654
 Epoque 76 fini: 172 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0172, Loss: 0.07786406
 Epoque 76 fini: 196 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0196, Loss: 0.0715130055288
 Epoque 77 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00185505052985
 Epoque 77 fini: 171 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0171, Loss: 0.07788572
 Epoque 77 fini: 196 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0196, Loss: 0.0715731752341
 Epoque 78 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00181531322891
 Epoque 78 fini: 170 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.017, Loss: 0.077954295
 Epoque 78 fini: 196 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0196, Loss: 0.0716468436314
 Epoque 79 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00177914906714
 Epoque 79 fini: 170 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.017, Loss: 0.077990189
 Epoque 79 fini: 196 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0196, Loss: 0.0716834568863
 Epoque 80 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00174381283402
 Epoque 80 fini: 170 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.017, Loss: 0.078028519
 Epoque 80 fini: 196 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0196, Loss: 0.0717530587995
 Epoque 81 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00170906328074
 Epoque 81 fini: 170 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.017, Loss: 0.078096332
 Epoque 81 fini: 196 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0196, Loss: 0.0718599504969
 Epoque 82 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00167847257978
 Epoque 82 fini: 169 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0169, Loss: 0.07813460
 Epoque 82 fini: 195 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0195, Loss: 0.0718929580672
 Epoque 83 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00164632011992
 Epoque 83 fini: 169 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0169, Loss: 0.07817240
 Epoque 83 fini: 194 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0194, Loss: 0.0719626095462
 Epoque 84 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00161768086596
 Epoque 84 fini: 169 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0169, Loss: 0.07820044
 Epoque 84 fini: 194 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0194, Loss: 0.0719800677097
 Epoque 85 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00158927575324
 Epoque 85 fini: 169 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0169, Loss: 0.07824324
 Epoque 85 fini: 194 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0194, Loss: 0.0720819856428
 Epoque 86 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00156234138119
 Epoque 86 fini: 169 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0169, Loss: 0.07828033
 Epoque 86 fini: 194 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0194, Loss: 0.0720878397943
 Epoque 87 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00153521443577
 Epoque 87 fini: 170 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.017, Loss: 0.078350721

Epoque 87 fini: 193 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0193, Loss: 0.0721600213265
 Epoque 88 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00151141638812
 Epoque 88 fini: 171 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0171, Loss: 0.07837472
 Epoque 88 fini: 193 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0193, Loss: 0.0722088171101
 Epoque 89 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00148671513003
 Epoque 89 fini: 170 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.017, Loss: 0.078416364
 Epoque 89 fini: 193 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0193, Loss: 0.0722505078699
 Epoque 90 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00146357822851
 Epoque 90 fini: 171 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0171, Loss: 0.07843015
 Epoque 90 fini: 192 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0192, Loss: 0.0723060468801
 Epoque 91 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00144190993204
 Epoque 91 fini: 172 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0172, Loss: 0.07846796
 Epoque 91 fini: 193 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0193, Loss: 0.0723228214172
 Epoque 92 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00141918952443
 Epoque 92 fini: 171 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0171, Loss: 0.078510014
 Epoque 92 fini: 192 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0192, Loss: 0.07237564929
 Epoque 93 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00139843020605
 Epoque 93 fini: 172 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0172, Loss: 0.07853739
 Epoque 93 fini: 192 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0192, Loss: 0.0724172483313
 Epoque 94 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00137825780562
 Epoque 94 fini: 171 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0171, Loss: 0.07854929
 Epoque 94 fini: 191 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0191, Loss: 0.0724657299735
 Epoque 95 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00135941582013
 Epoque 95 fini: 172 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0172, Loss: 0.07857765
 Epoque 95 fini: 191 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0191, Loss: 0.0725023370565
 Epoque 96 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00134121356085
 Epoque 96 fini: 170 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.017, Loss: 0.078627298
 Epoque 96 fini: 191 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0191, Loss: 0.0725272860375
 Epoque 97 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.0013219099925
 Epoque 97 fini: 171 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0171, Loss: 0.07864742
 Epoque 97 fini: 190 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.019, Loss: 0.0725940118398
 Epoque 98 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00130416815587
 Epoque 98 fini: 169 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0169, Loss: 0.07867533
 Epoque 98 fini: 189 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0189, Loss: 0.0726294597247
 Ca nous a pris 2499.101472 secondes pour entrainer le reseau [784, 400, 100, 10] sur 50000
 taux, num err, loss sur validation= (0.0169, 169, 0.078675335529338322)
 taux, num err, loss sur test= (0.0189, 189, 0.072629459724686457)

In [62]:



Résultat 4, en utilisant un réseau avec 2 couches cachées et les hyper-paramètres: `reseau-Sizes=[784, 400, 100, 10]`

`mu = 0.017`

`epoque=100`

`K_minibatch=30`

`lambda1=0.000002`

`lambda2=0.000002`

Nous avons obtenu un taux d'erreur de test data = 1.89%

- Epoque 98 fini: 1 erreurs sur 50000 train data, Taux d'erreur: 2e-05, Loss: 0.00130416815587
- Epoque 98 fini: 169 erreurs sur 10000 validation data, Taux d'erreur: 0.0169, Loss: 0.0786753355293
- Epoque 98 fini: 189 erreurs sur 10000 test data, Taux d'erreur: 0.0189, Loss: 0.0726294597247
- Ca nous a pris 2499.101472 secondes pour entrainer le reseau [784, 400, 100, 10] sur 50000 points de training data .
- taux, num err, loss sur validation= (0.0169, 169, 0.078675335529338322)
- taux, num err, loss sur test= (0.0189, 189, 0.072629459724686457) In [661]:

Conclusion:

- On constate que quand le taux d'apprentissage μ est trop large, le taux d'erreur subit une diminution rapide et ensuite il remonte après quelques époques.
- le K de mini batch ne doit pas être trop large, sinon le taux va rester fixe et ne descendra plus.
- le lambda de régularisation est aussi important pour obtenir un taux de test de moins de 2%, on a essayé les lambdas: 0.01, 0.0001, 0.0000001, 0.0000002. Quand lambda est trop petit, le taux d'erreur sur les données d'entraînement et de validation réduit jusqu'à 0%, mais le taux de test reste toujours à environ 2-3%. Enfin, pour notre modele, lambda=0.000002 est meilleur pour adapter avec les autres hyper-paramètres.
- En utilisant un réseau avec une couche caché de 300 neurones, ensuite un autre réseau avec 2 couches cachées, après en ajuster les hyper-paramètres plusieurs fois, nous avons réussi à obtenir un taux d'erreur de moins de 2% sur les deux réseaux.