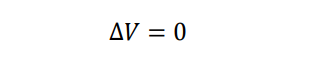
**Utilisation de la méthode DF pour la simulation CEM**

Objectifs :

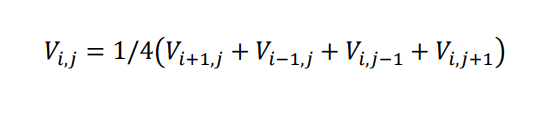
* Calcul du potentiel électrique par la méthode des différences finies (potentiel scalaire)
* Calcul des grandeurs dérivées (champ électrique et capacité) illustratives sur un cas CEM

Nous allons dans ce TD résoudre numériquement en 2D l’équation de Laplace grâce à la méthode des différences finies centrées.

Celle-ci, lorsqu’elle est appliquée dans le vide peut être exprimée simplement de cette façon :

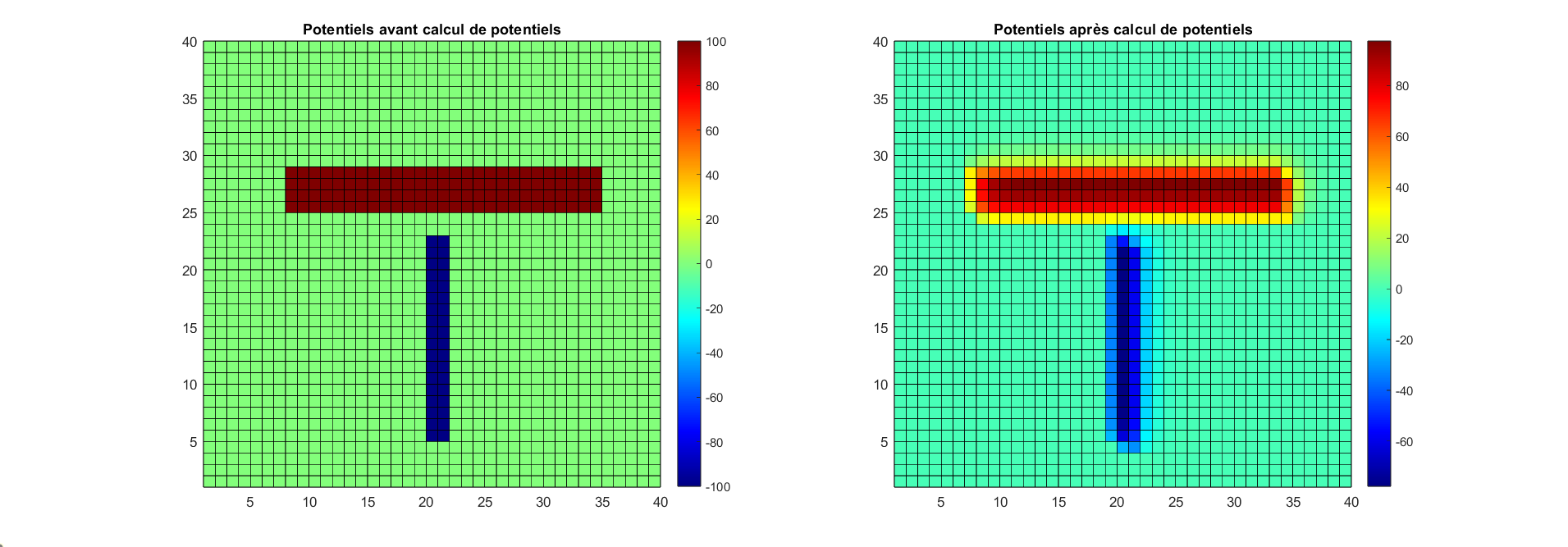


Si on y applique un schéma dit DF (pour Différences Finies), nous obtenons cette nouvelle relation :



1. ***Les éléments caractéristiques de la simulation***

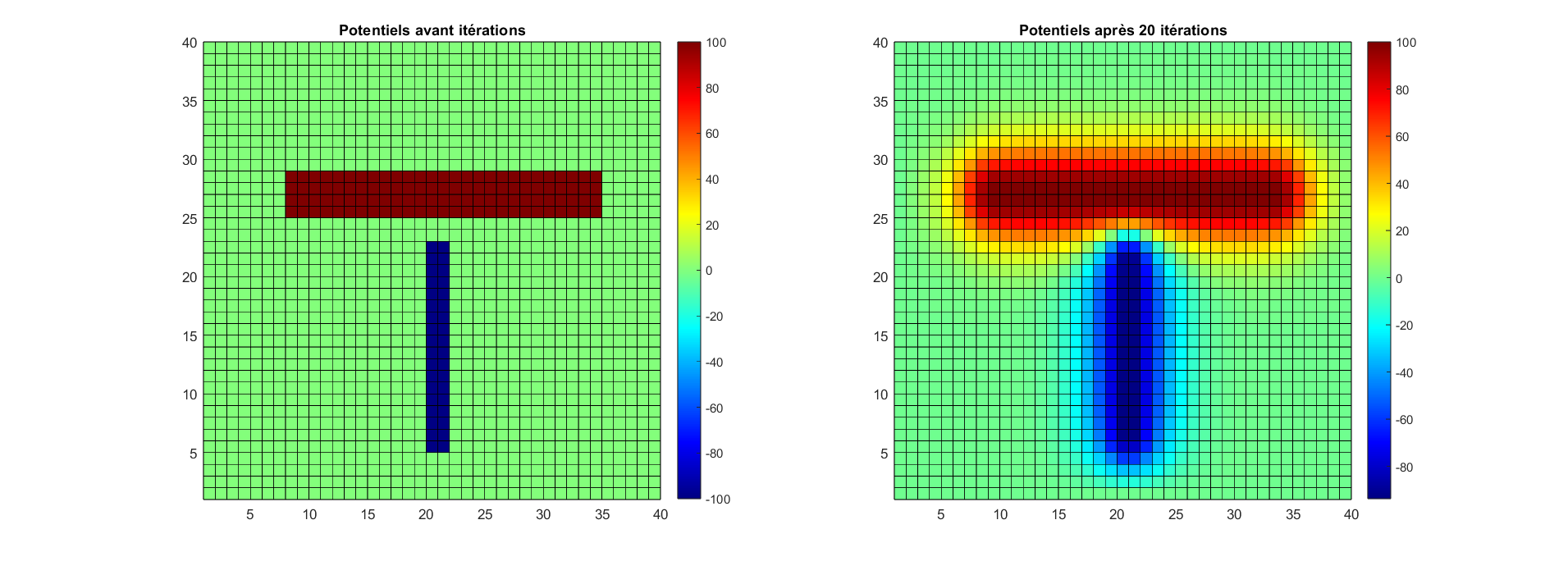
Nous cherchons à simuler notre problème sur Matlab en générant dans un premier temps deux « sources » dans un espace 2D faisant 40 unités de long et de haut. En reprenant le script qui nous est donné nous arrivons à obtenir ce qui nous est nécessaire :

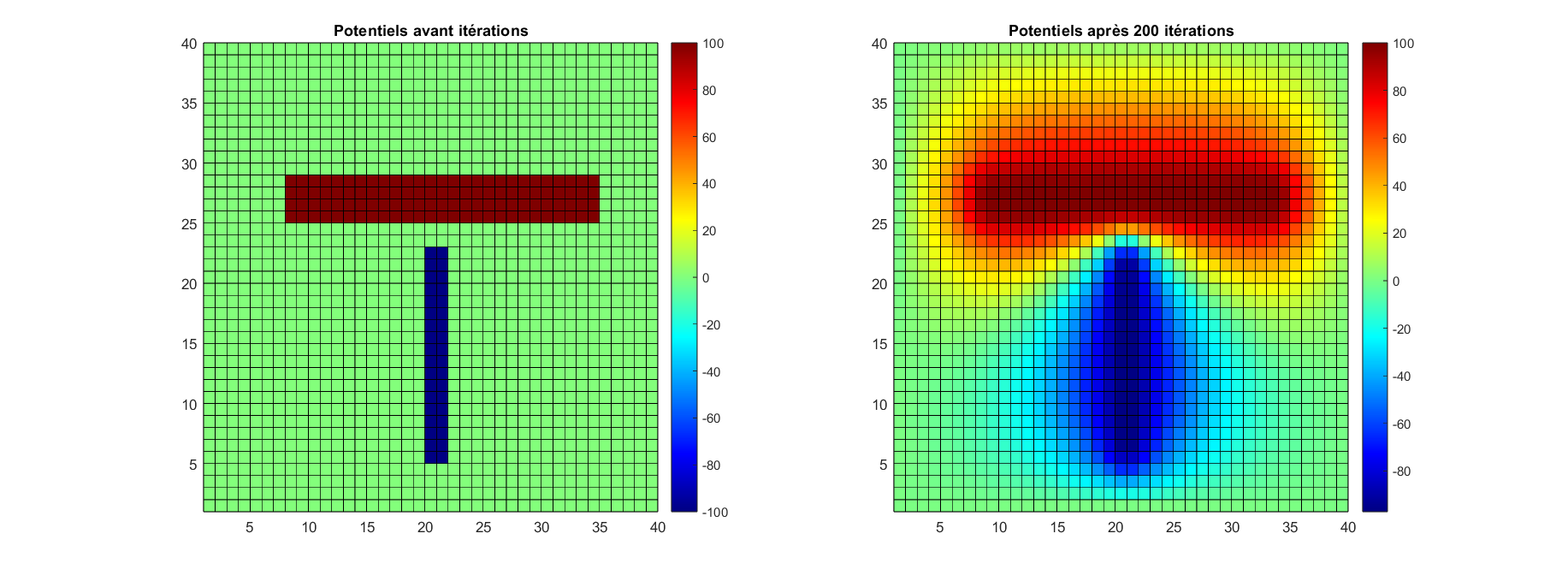


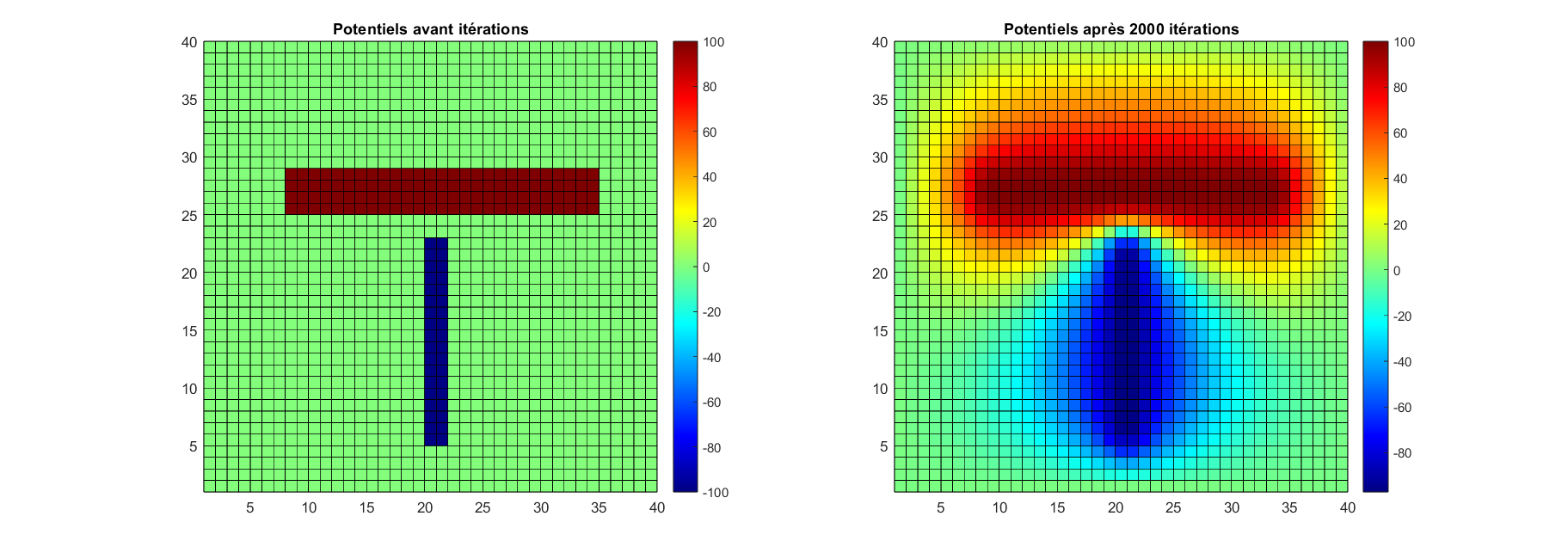
Nous y voyons à gauche les deux sources telles quelles et à droite nous avons ces mêmes sources avec cette fois leur potentiel de visible, représenté par un gradient de couleur.

Le but de ce TD étant de voir comment deux sources peuvent influencer l’autre, on va devoir itérer un certain nombre de fois le calcul effectué plus tôt pour pouvoir étudier les perturbations liées aux champs électriques que deux composants peuvent produire lorsqu’ils sont assez proches l’un de l’autre.

En plaçant notre calcul précédent dans une boucle que l’on va itérer plusieurs fois, on peut observer l’évolution du champ électrique de nos sources, qui devient de plus en plus important avec l’augmentation du nombre d’itérations :

  
*Evolution des champs électriques après 20 itérations*

 *Evolution des champs électriques après 200 itérations*

 *Evolution des champs électriques après 2000 itérations*

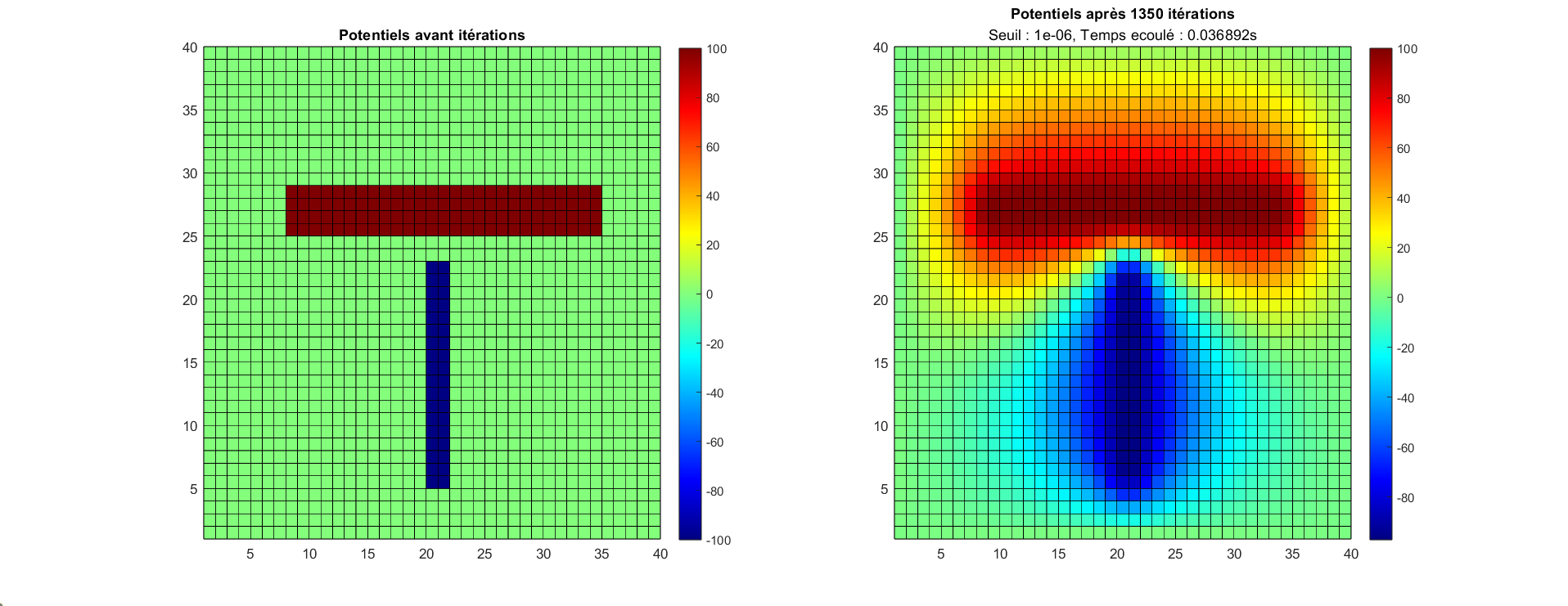
Nous observons ici qu’après 20 itérations les champs électriques n’évoluent plus aussi drastiquement que pendant les premières itérations. A tel point qu’il en devient difficile de différencier l’image à 200 itérations de celle à 2000.

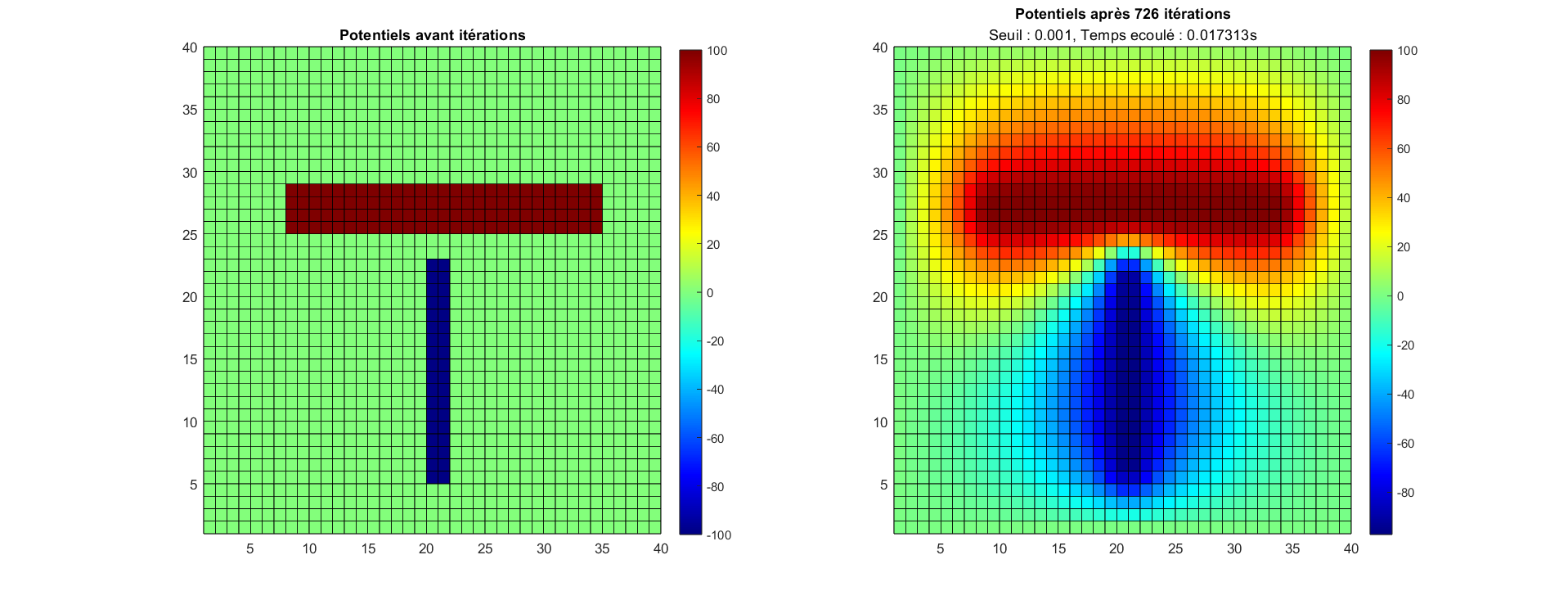
Il devient alors légitime de se demander à partir de combien d’itérations est-ce que notre étude devient pertinente.

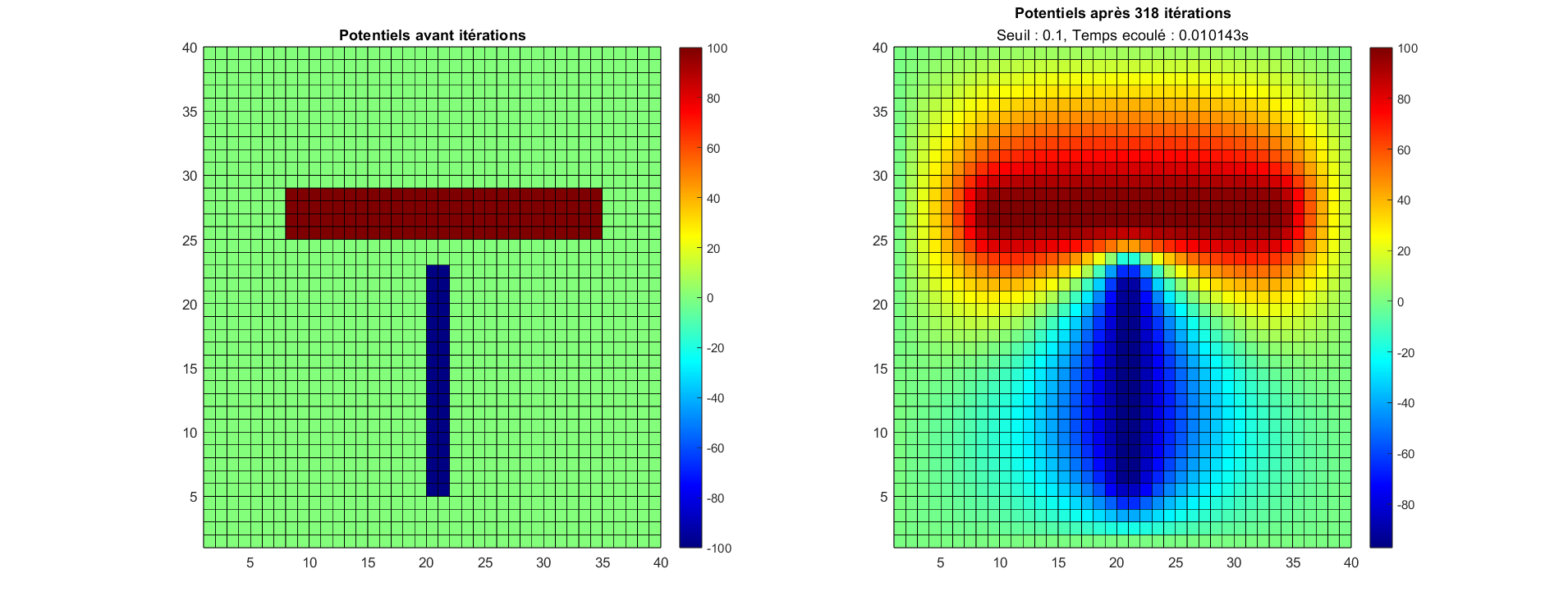
1. ***Notion de seuil de convergence***

C’est pourquoi nous introduisons à partir de maintenant la notion de seuil de convergence. Celui-ci va servir à trouver un nombre d’itérations le plus petit possible à partir duquel les valeurs obtenues sont devenues quasiment stationnaires. Cela permet de s’épargner du temps de calcul pour produire des itérations qui perdent de leur intérêt.

Nous reprenons donc notre code de façon à ce que lorsque la différence de valeur obtenue entre deux itérations devient inférieure à un certain seuil, on sort de notre boucle. On obtient donc les résultats suivants :

  
*Résultats obtenus pour un seuil de*

 *Résultats obtenus pour un seuil de*

 *Résultats obtenus pour un seuil de*

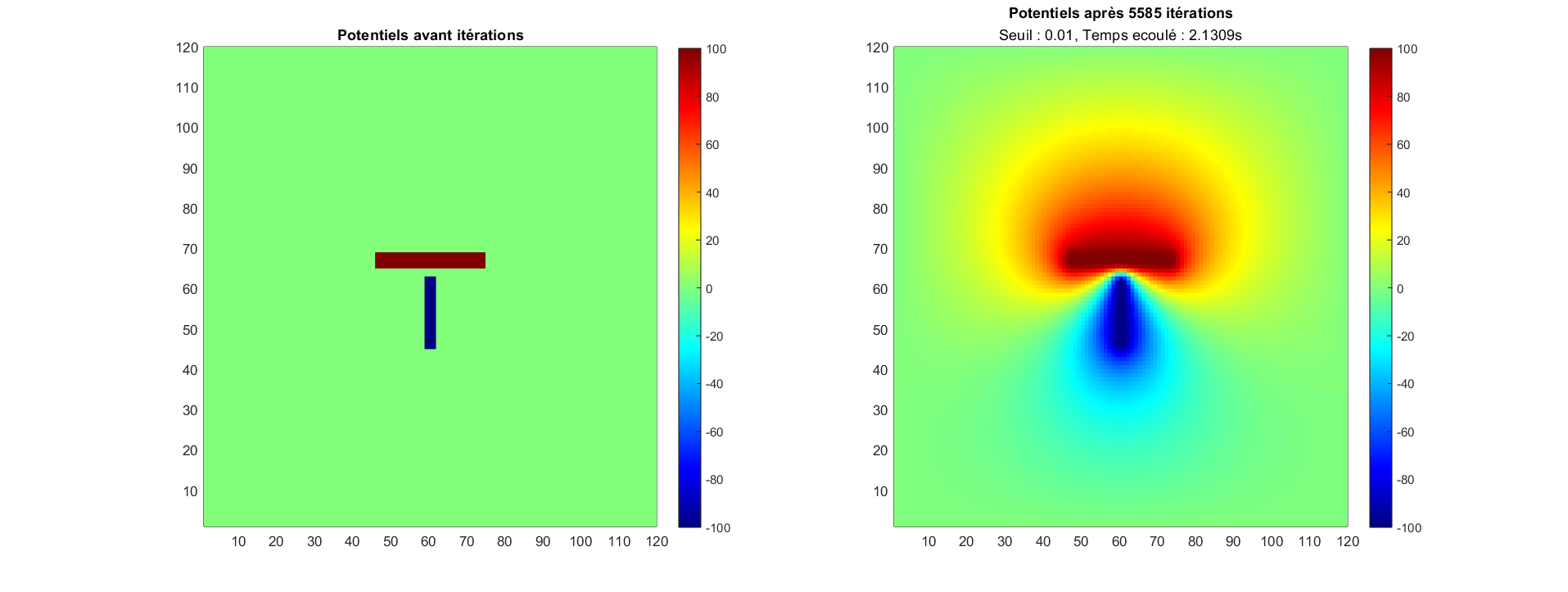
On remarque donc que plus notre seuil est élevé, et plus notre nombre d’itérations diminue (et donc le temps de notre calcul aussi), ce qui est logique car il est plus facile de franchir un seuil lorsque celui-ci est moins exigeant.

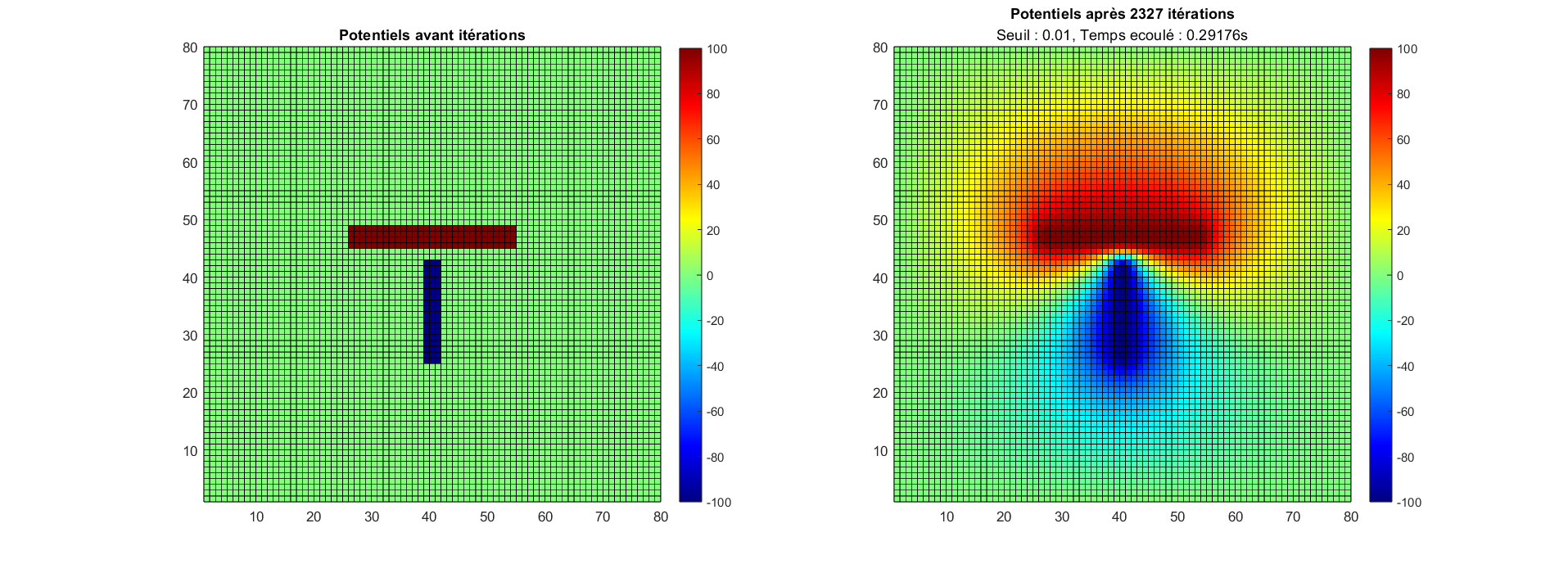
On en a aussi déduit que les premières valeurs de nos seuils étaient trop basses car les résultats obtenus plus tard beaucoup plus rapidement étaient extrêmement similaires.

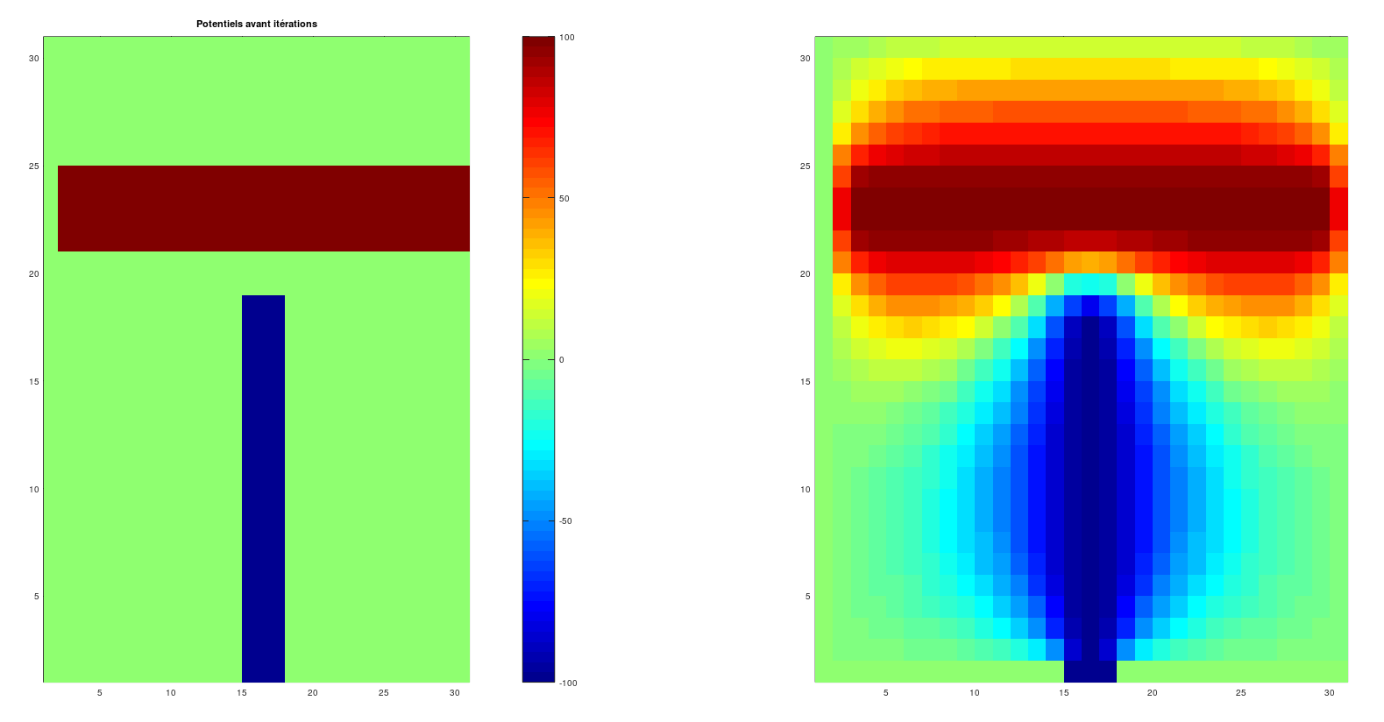
1. ***Etude de l’influence de la taille du domaine de calcul***

La taille du domaine de calcul et les conditions aux limites imposées sont importantes. Nous nous intéressons cette fois à la taille de ce domaine, tout en gardant nos conditions aux limites de type V = 0 comme condition à l’infini dans notre domaine.

En agissant sur le nombre d’unités comprises sur nos axes X et Y nous obtenons les captures suivantes :

  
*Domaine de calcul étendu à Nx et Ny = 120*

 *Domaine de calcul étendu à Nx et Ny = 80*

 *Domaine de calcul descendu à Nx et Ny = 31*

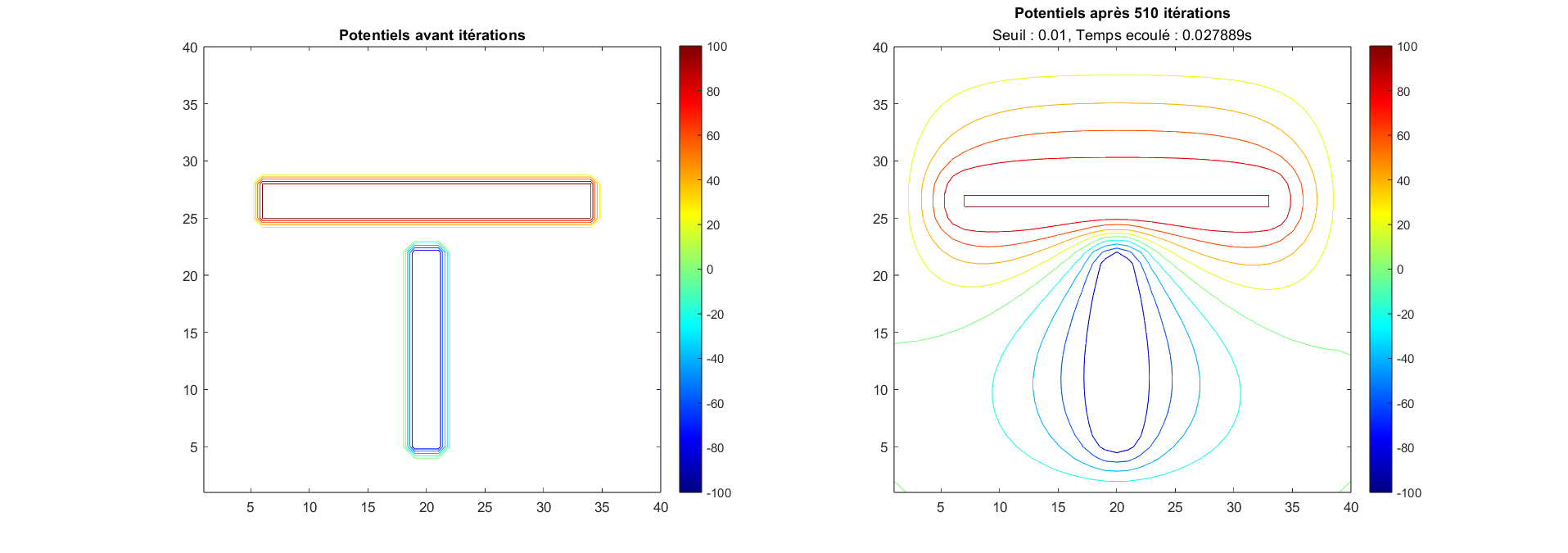
Nous remarquons dans un premier temps que si nous diminuons trop le domaine de calcul, les conditions aux limites ne sont plus respectées. En effet sur notre dernière capture on voit bien que la ligne 1 et la colonne 31 ne sont pas de valeur nulle sur toute leur longueur.

Il est donc important que celui-ci soit assez grand en fonction de la taille de nos sources, sans compter du bénéfice apporté en termes de précision que l’on retrouve lorsque le domaine est étendu à 80 puis à 120 de longueur.

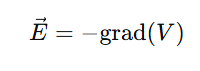
1. ***Affichage des lignes équipotentielles et calcul du champ électrostatique***

Nous allons maintenant pouvoir chercher à observer les phénomènes électromagnétiques liés à nos sources.

Pour ce faire nous devons dans un premier temps afficher les lignes équipotentielles qu’elles génèrent.

  
*Affichage de nos lignes équipotentielles*

A partir de ces lignes nous pouvons maintenant visualiser les champs électriques présents dans tous les points ce notre graphique.



En appliquant cette formule nous pouvons obtenir le champ électrique découlant de nos tensions :

