

# La représentation de l'ADN par le modèle CGR

# Introduction :

**Depuis 2003, les scientifiques ont décodé le génome humain. La quantité d'information à stocker et à analyser étant tellement grande, ils cherchent des moyens permettant de différencier et de classifier les séquences d'ADN constituant le génome humain.**

**Un des outils utilisés par les chercheurs est le modèle CGR (Représentation par jeu du chaos). C'est cet outil que nous allons présenter ici.**

# L'ADN

# Qu'est ce que l'ADN?

**Une façon de représenter l'ADN est de prendre les 4 lettres A, C, G et T, puis de construire un “mot” à partir de ces 4 lettres. C'est à dire que l'on construit une suite de lettres A, C, G et T en collant ces lettres bout à bout.**

**Par exemple: ACCGATCA**

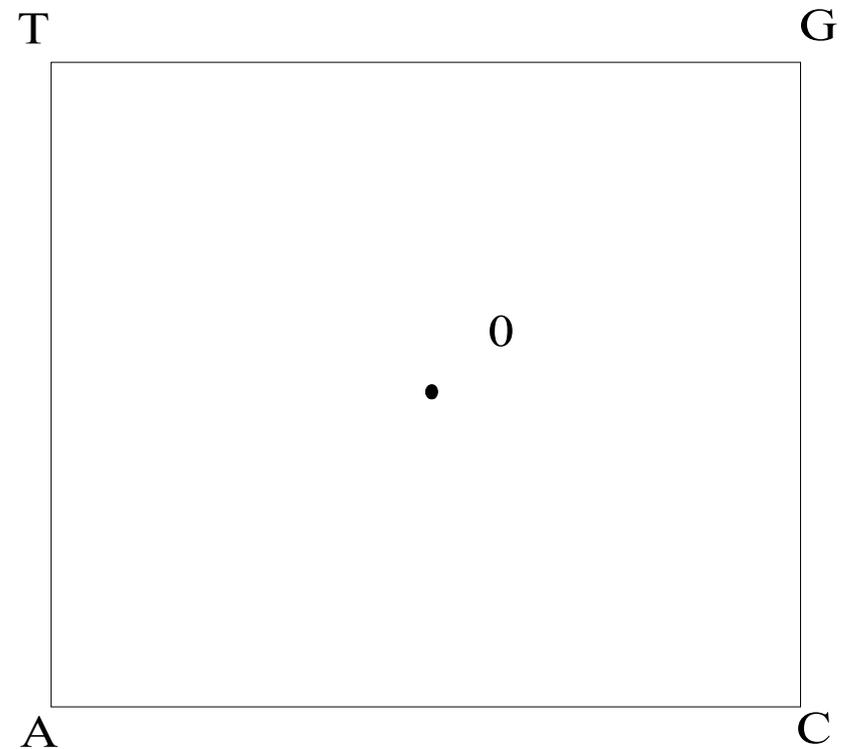
**Comment représenter  
graphiquement l'ADN?**

# Le modèle CGR

**Le modèle CGR est un procédé algorithmique permettant de dessiner des fractales. Dans notre cas, on applique cette technique de construction de figures géométriques à des séquences d'ADN pour générer des motifs fractales. Ces motifs permettent alors de les différencier.**

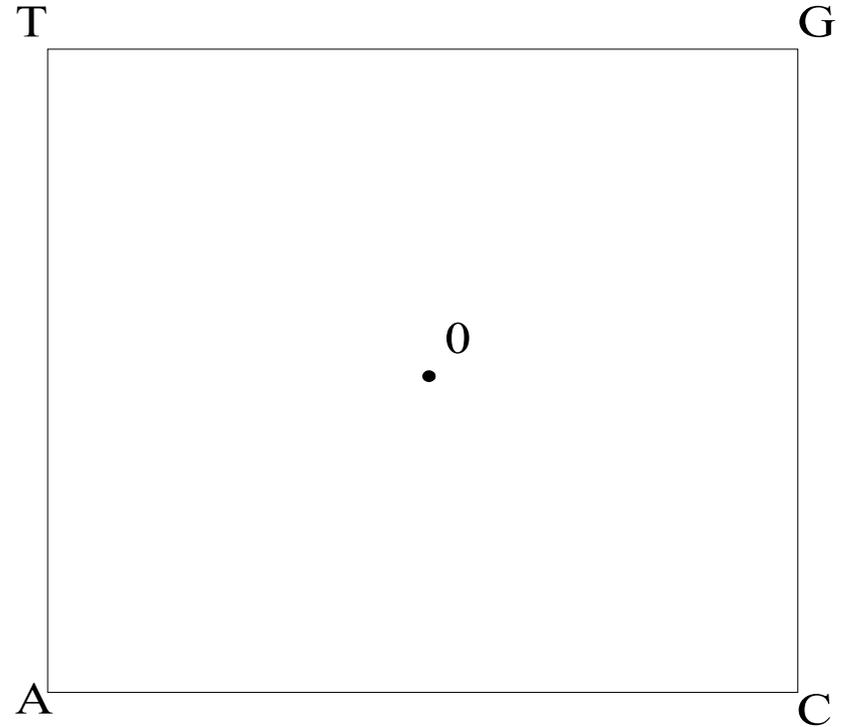
# Le principe du modèle CGR

- On dessine un carré et on note ces sommets A, C, G et T.

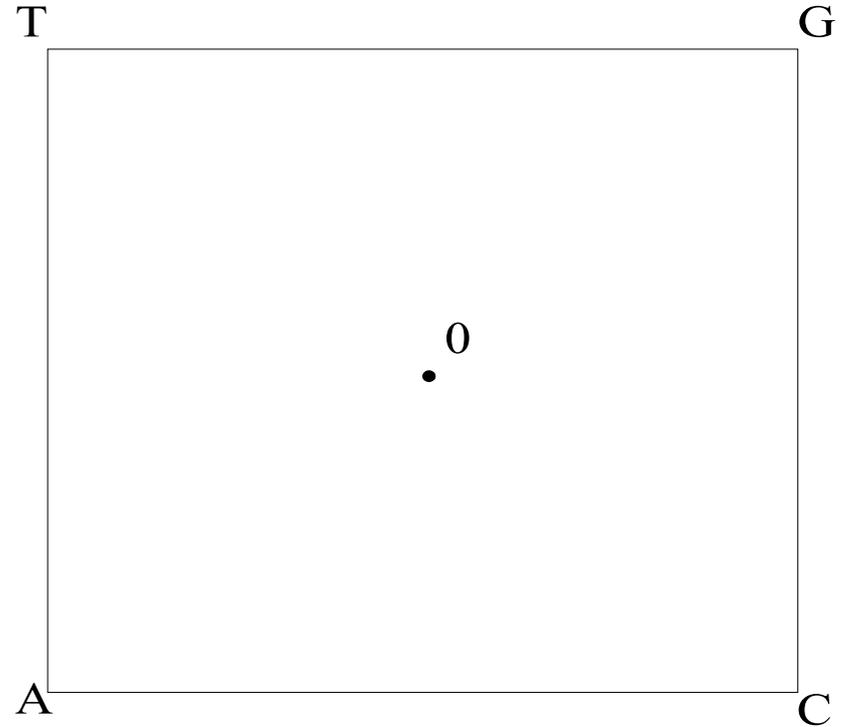


- On se donne une séquence d'ADN.  
Par exemple:

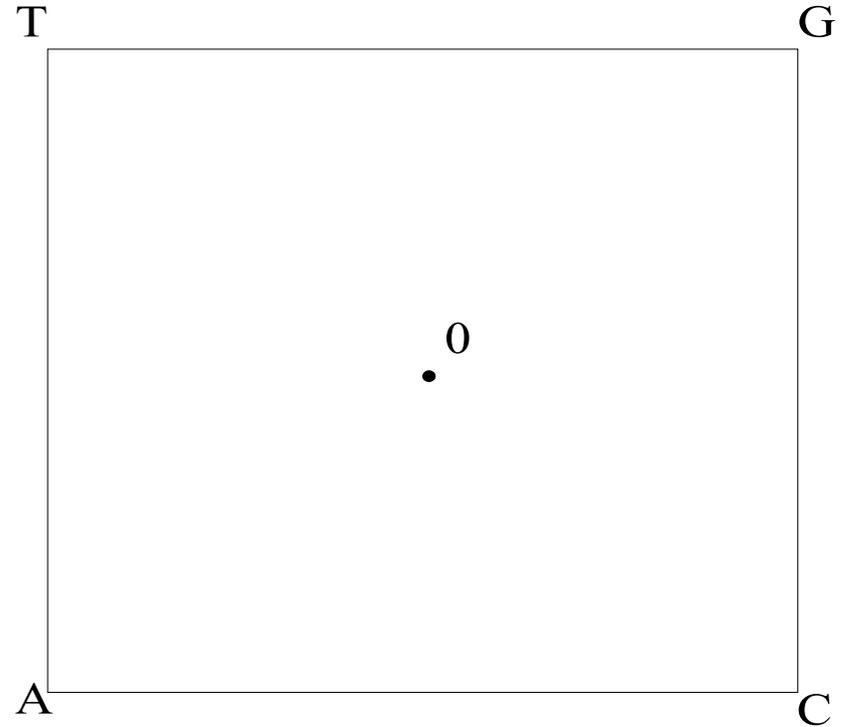
**ACCGATCA**



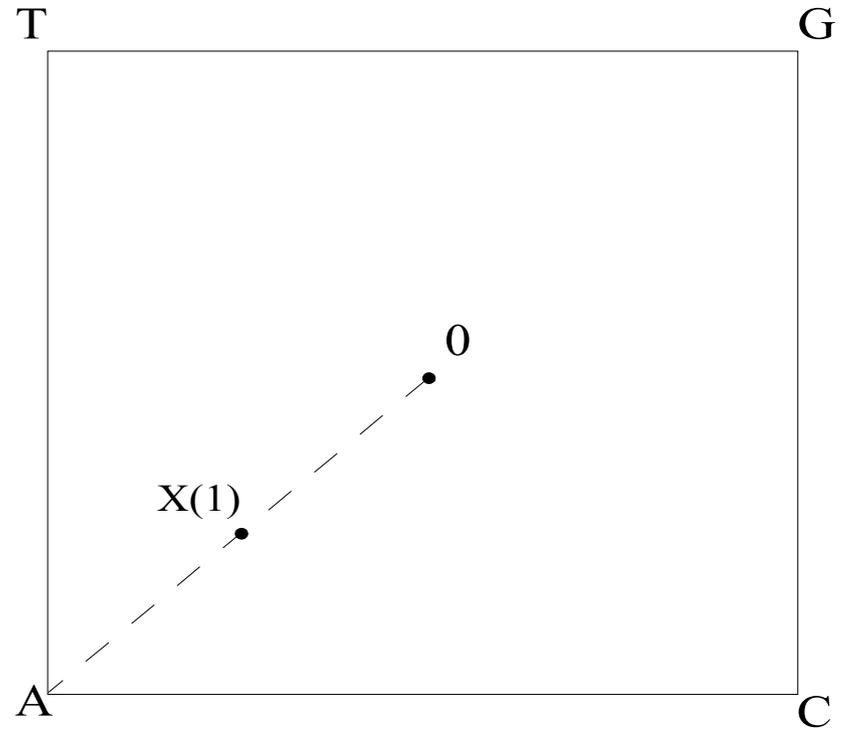
- On se donne une séquence d'ADN.  
Par exemple:  
**ACCGATCA**
- On regarde la 1ère lettre, **A** dans l'exemple.



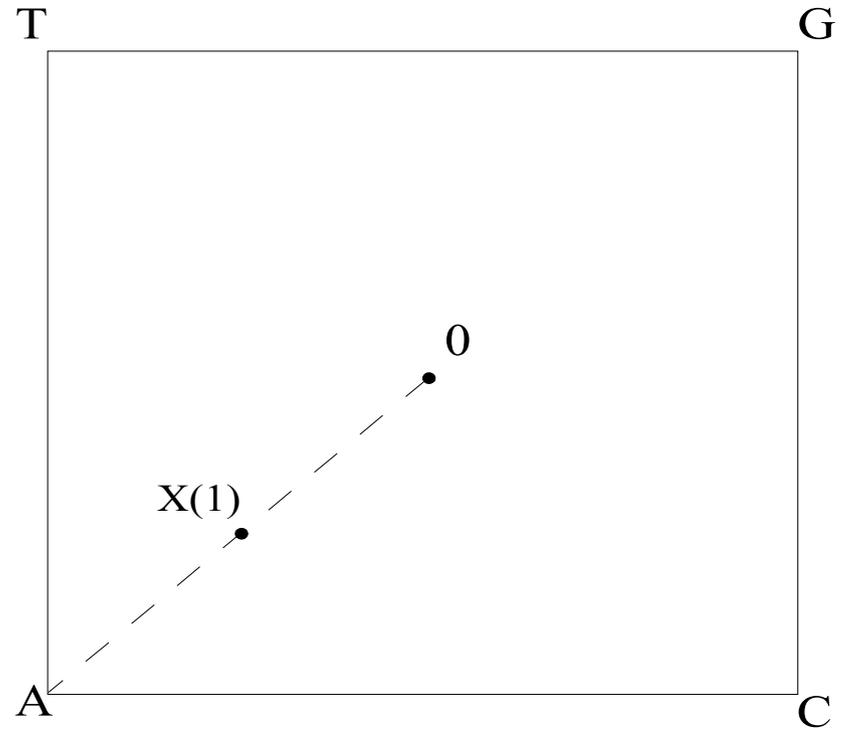
- On se donne une séquence d'ADN.  
Par exemple:  
**ACCGATCA**
- On regarde la 1ère lettre, **A** dans l'exemple.
- On dessine le point situé au milieu du segment  $[O, A]$ .



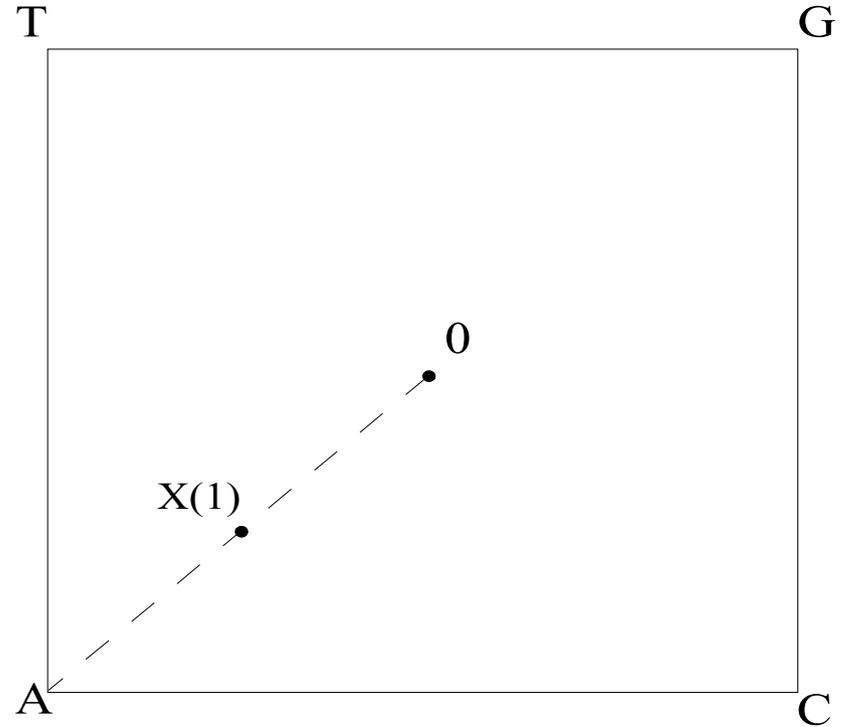
- On se donne une séquence d'ADN.  
Par exemple:  
**ACCGATCA**
- On regarde la 1ère lettre, **A** dans l'exemple.
- On dessine le point situé au milieu du segment  $[O, \mathbf{A}]$ .



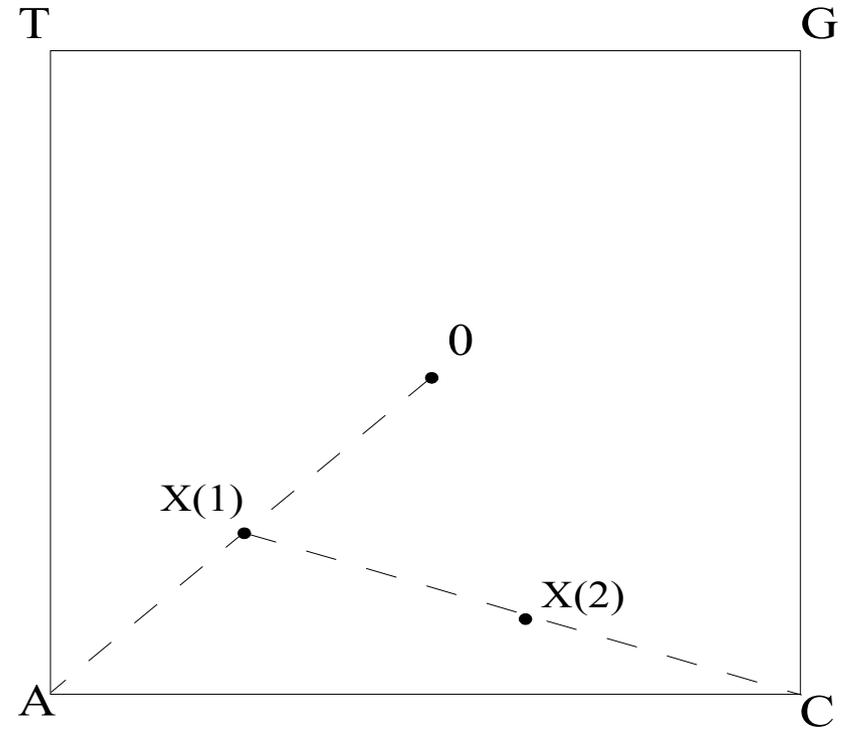
- On regarde la 2ème lettre, **C** dans l'exemple.



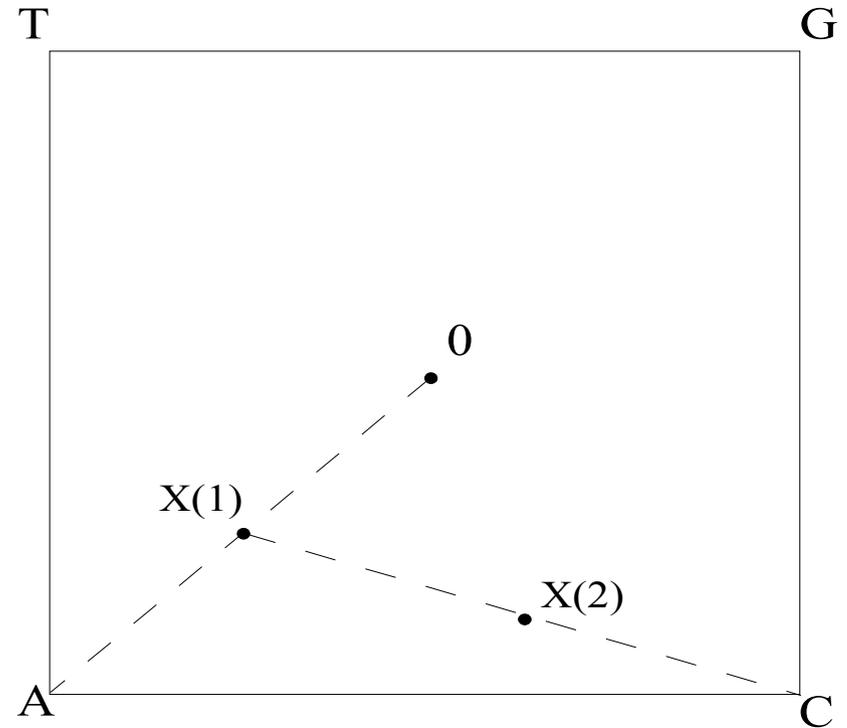
- On regarde la 2ème lettre, **C** dans l'exemple.
- On dessine le point situé au milieu du segment  $[X(1), \mathbf{C}]$ .



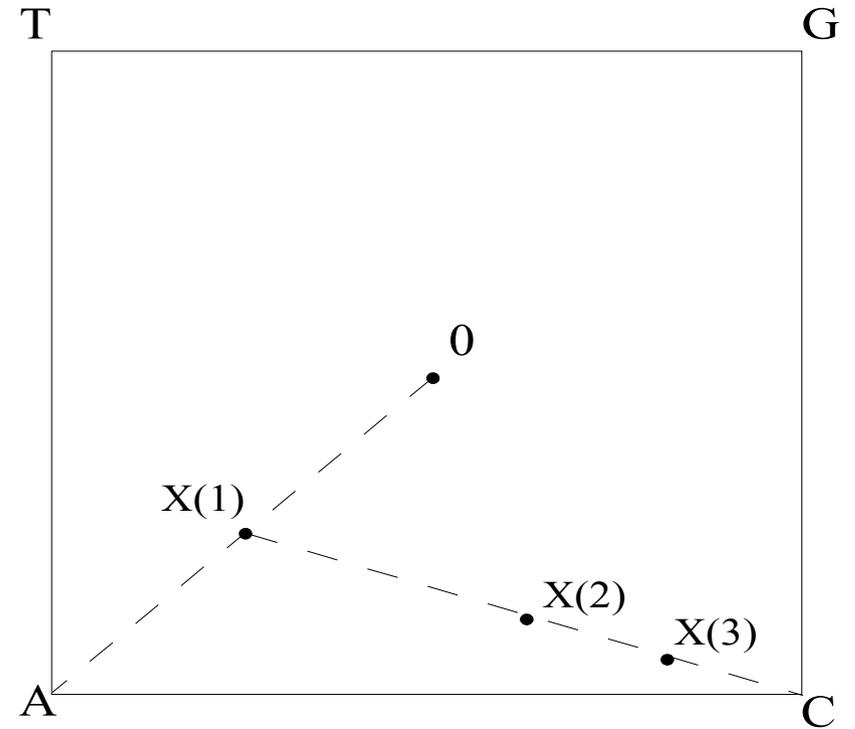
- On regarde la 2ème lettre, **C** dans l'exemple.
- On dessine le point situé au milieu du segment  $[X(1), \mathbf{C}]$ .



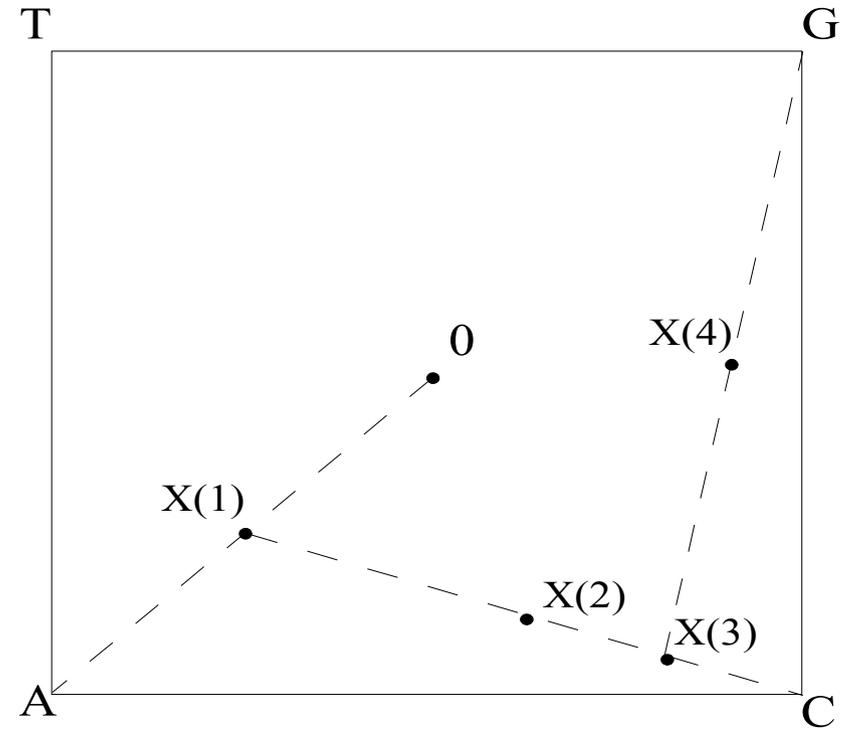
- On regarde la 2ème lettre, **C** dans l'exemple.
- On dessine le point situé au milieu du segment  $[X(1), \mathbf{C}]$ .
- Puis on continue...



- On regarde la 2ème lettre, **C** dans l'exemple.
- On dessine le point situé au milieu du segment  $[X(1), \mathbf{C}]$ .
- Puis on continue...



- On regarde la 2ème lettre, **C** dans l'exemple.
- On dessine le point situé au milieu du segment  $[X(1), \mathbf{C}]$ .
- Puis on continue...



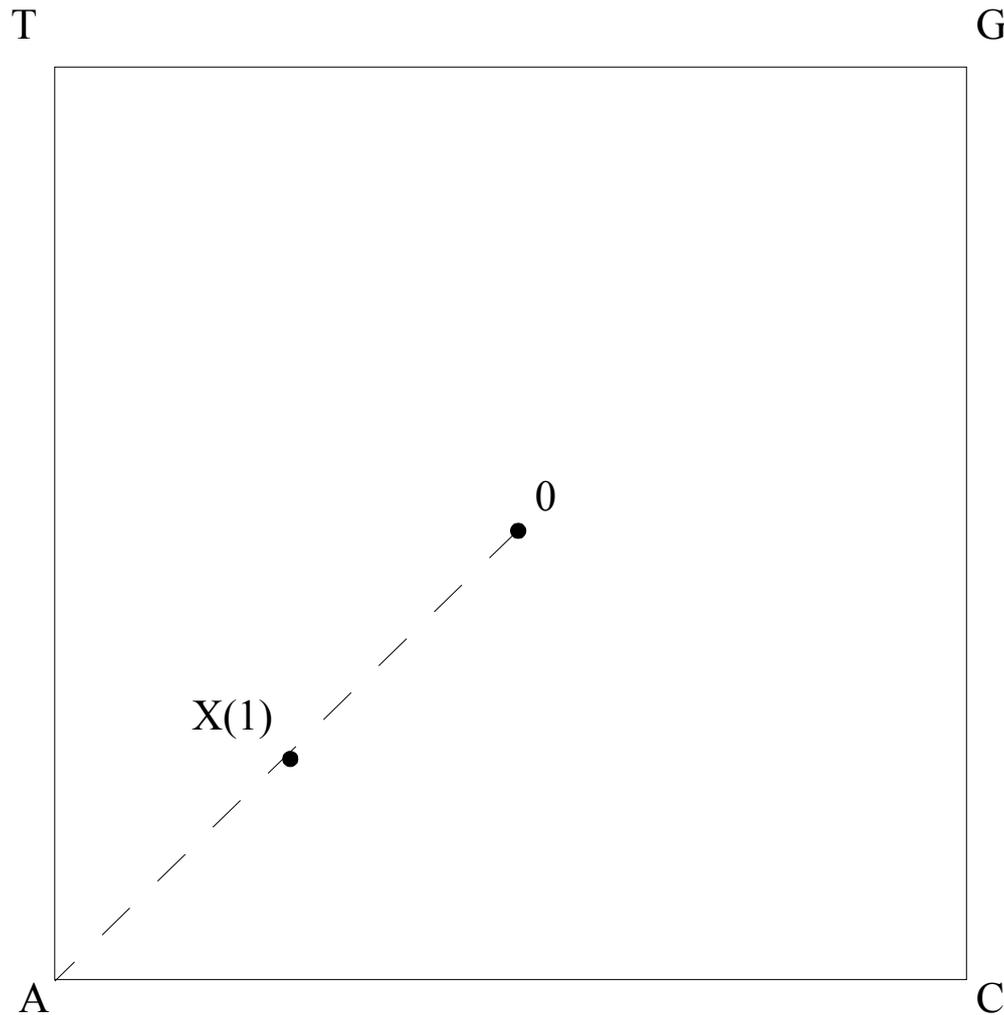
# Exemple

- La séquence  
**ACTACTACTACTA**  
**CT...** (le triangle de  
Sierpinski)

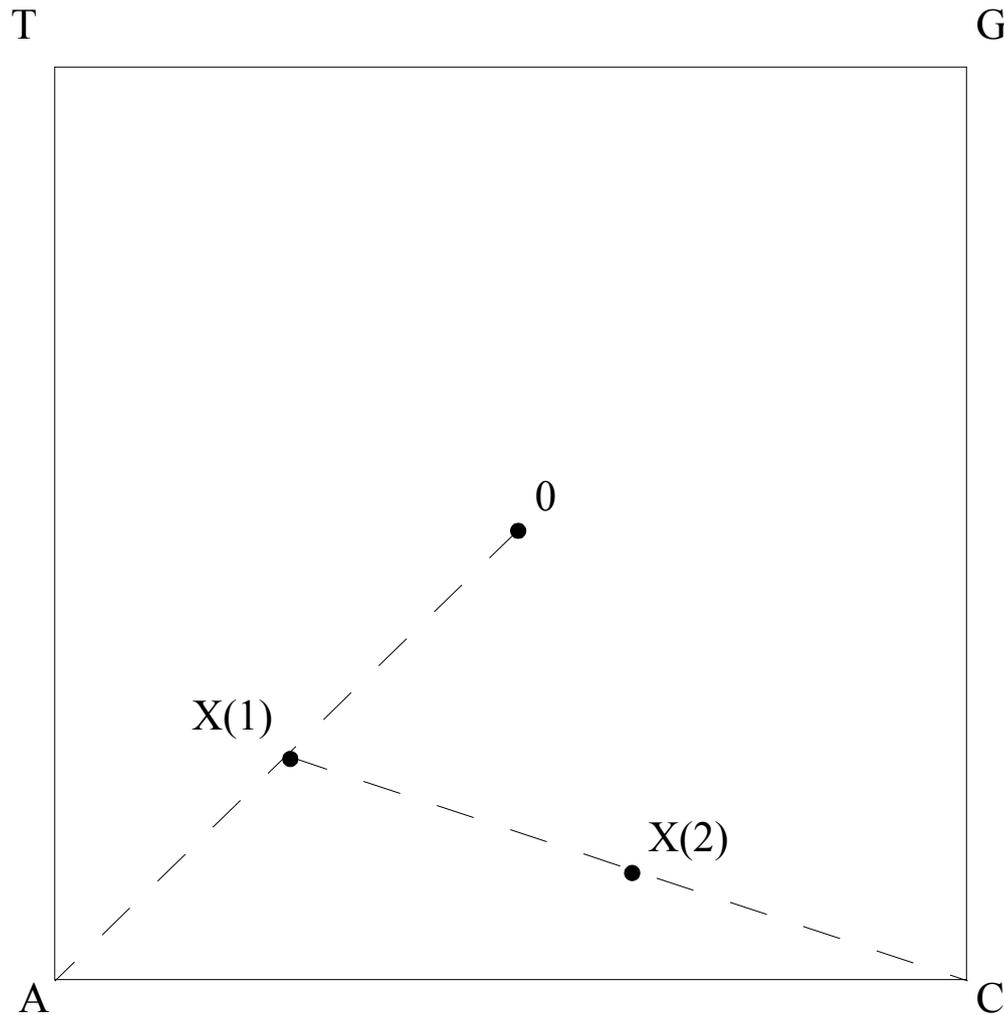
 <file:///C:/Documents%20and%20Settings/guest/Bureau/Desktop/images.jpeg>

**Question: on se donne la séquence ACT,  
dessiner le point correspondant.**

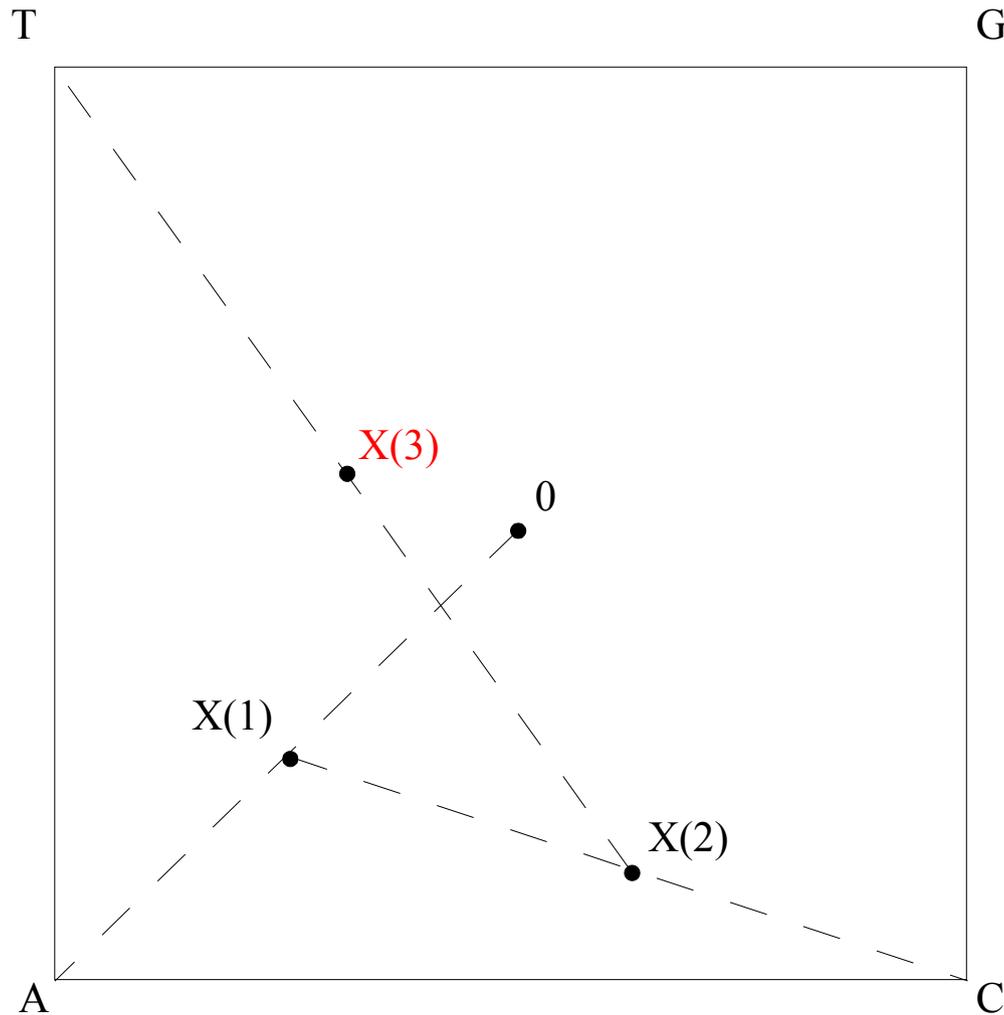
**Question: on se donne la séquence ACT, dessiner le point correspondant.**



**Question: on se donne la séquence ACT, dessiner le point correspondant.**



**Question: on se donne la séquence ACT, dessiner le point correspondant.**



**Maintenant posons nous le problème inverse,  
c'est à dire: “A partir d'un point donné dans le  
carré, peut-on retrouver la séquence d'ADN  
correspondante?”  
Si OUI, comment?**

**La réponse est**

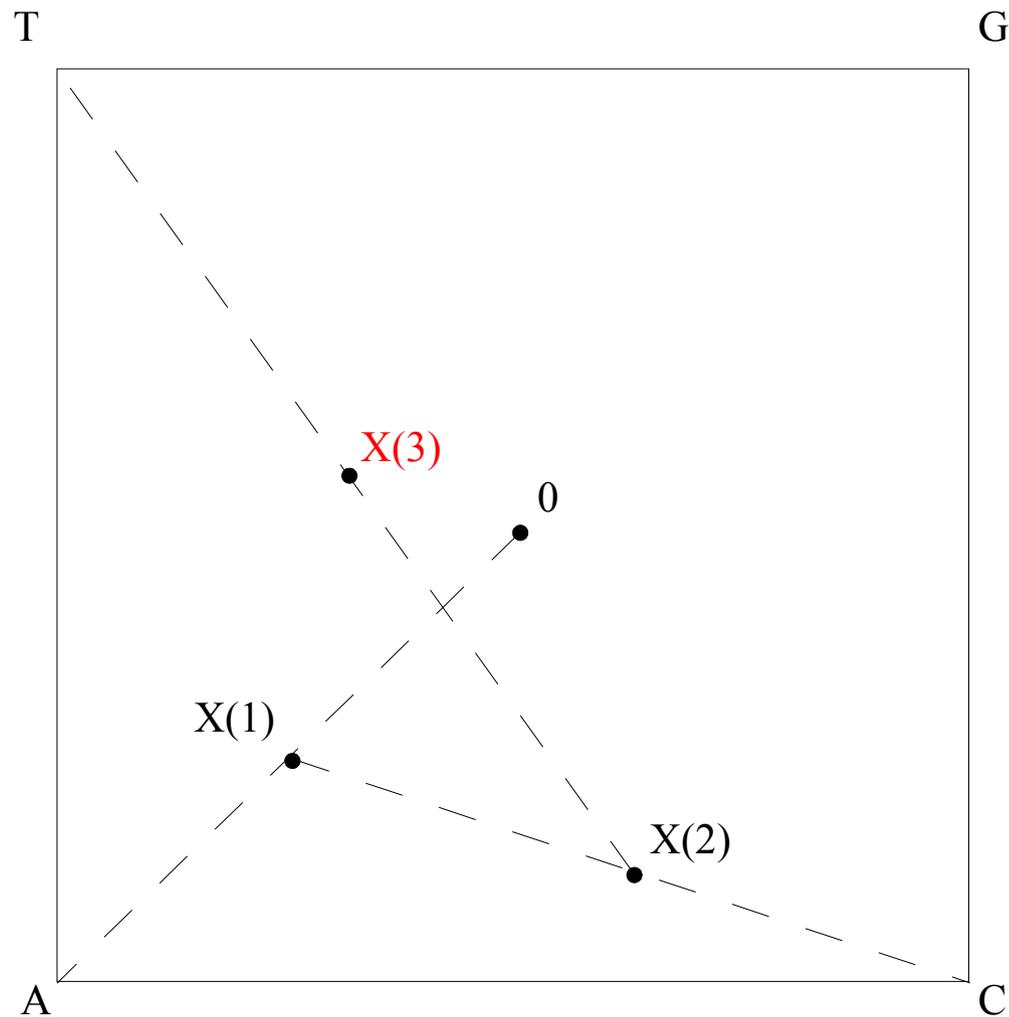
**La réponse est OUI**

**Maintenant il reste à déterminer la méthode.**

**Pour comprendre comment résoudre cette question, revenons à l'exemple de la séquence ACT...**

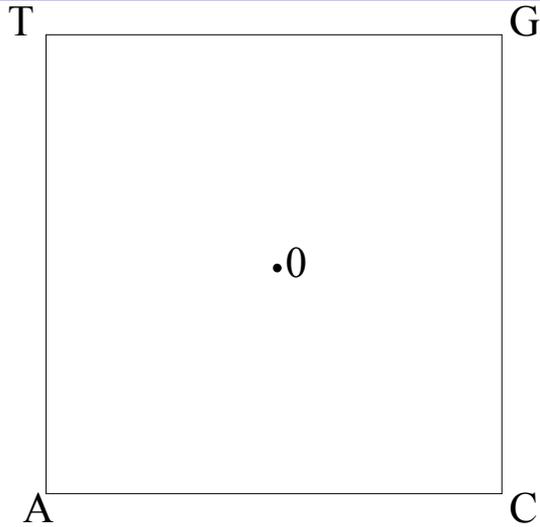
**On avait la représentation graphique :**

On avait la représentation graphique :

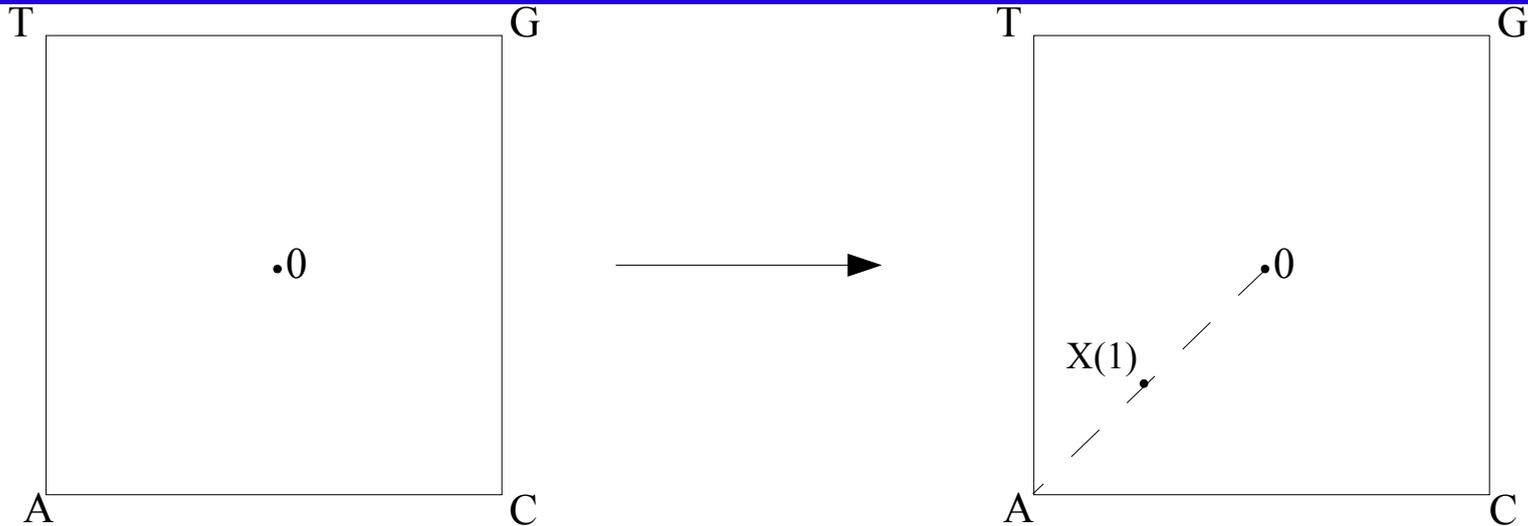


**On a construit le point correspondant à la séquence ACT de la manière suivante:**

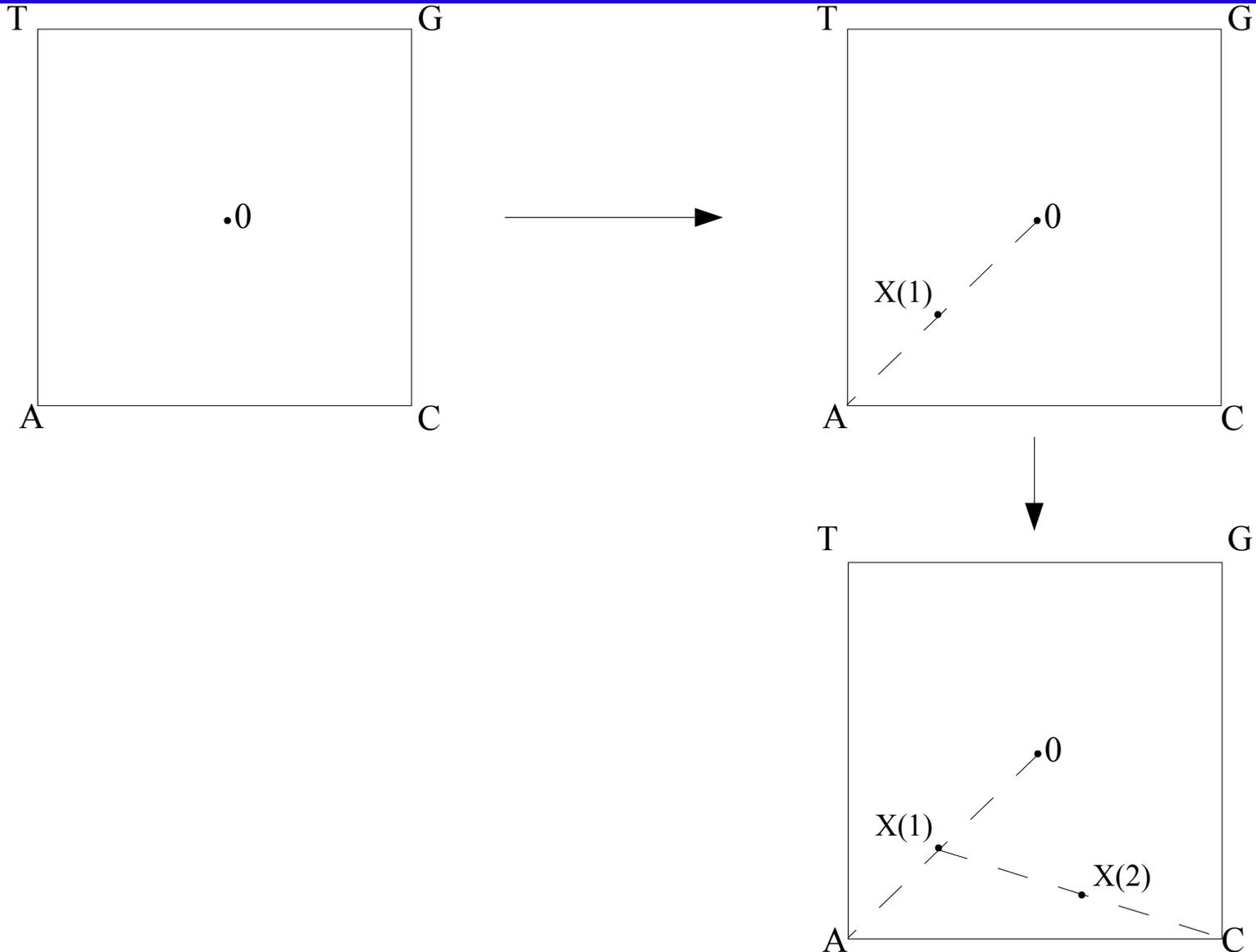
**On a construit le point correspondant à la séquence ACT de la manière suivante:**



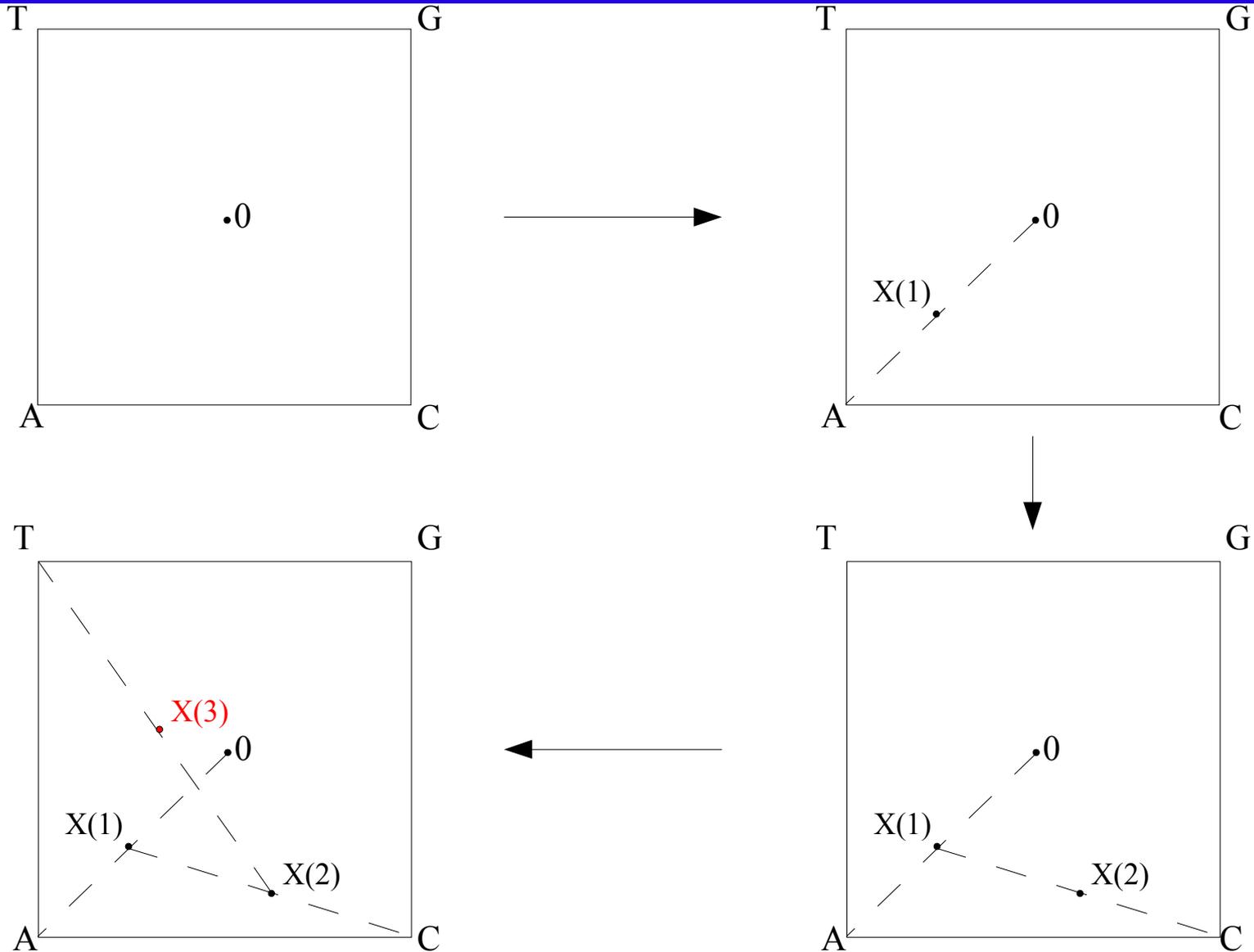
On a construit le point correspondant à la séquence ACT de la manière suivante:



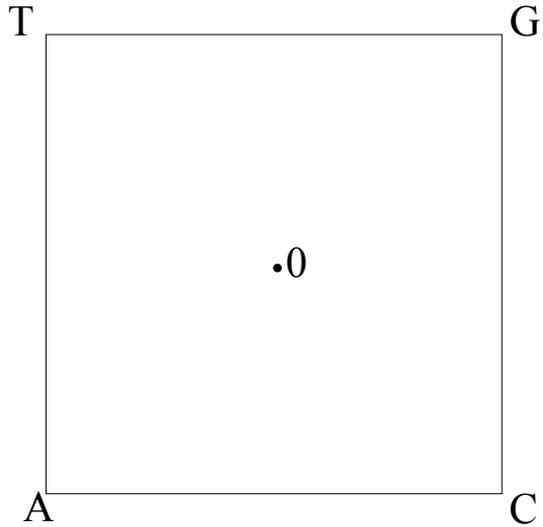
**On a construit le point correspondant à la séquence ACT de la manière suivante:**



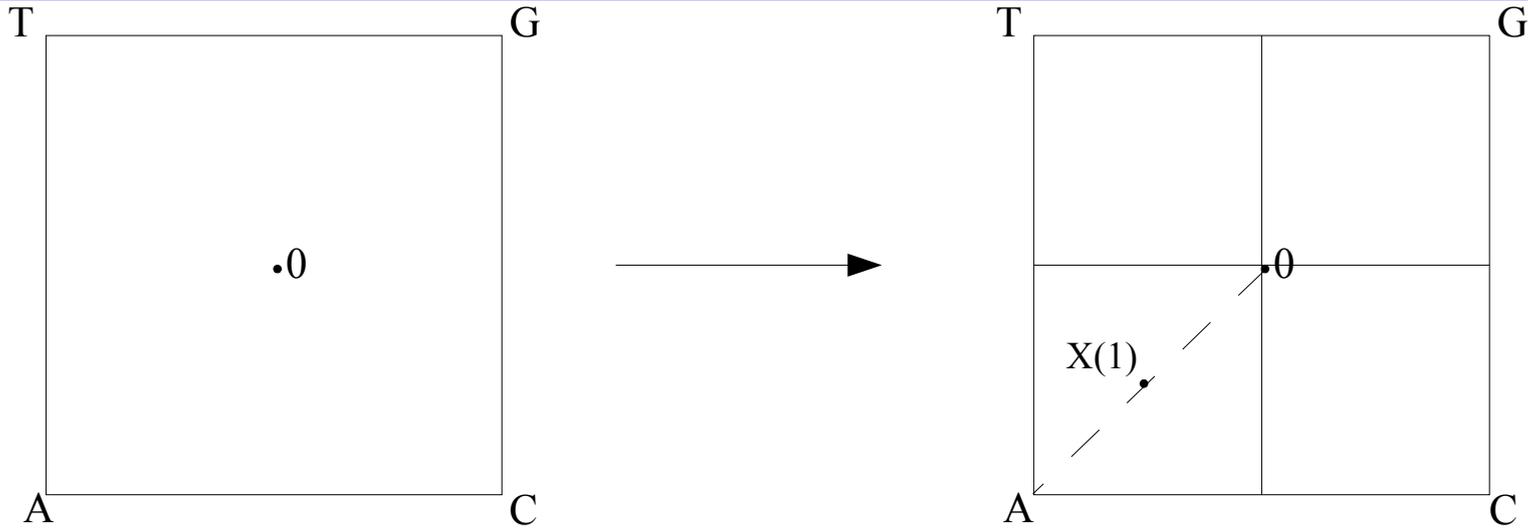
On a construit le point correspondant à la séquence ACT de la manière suivante:



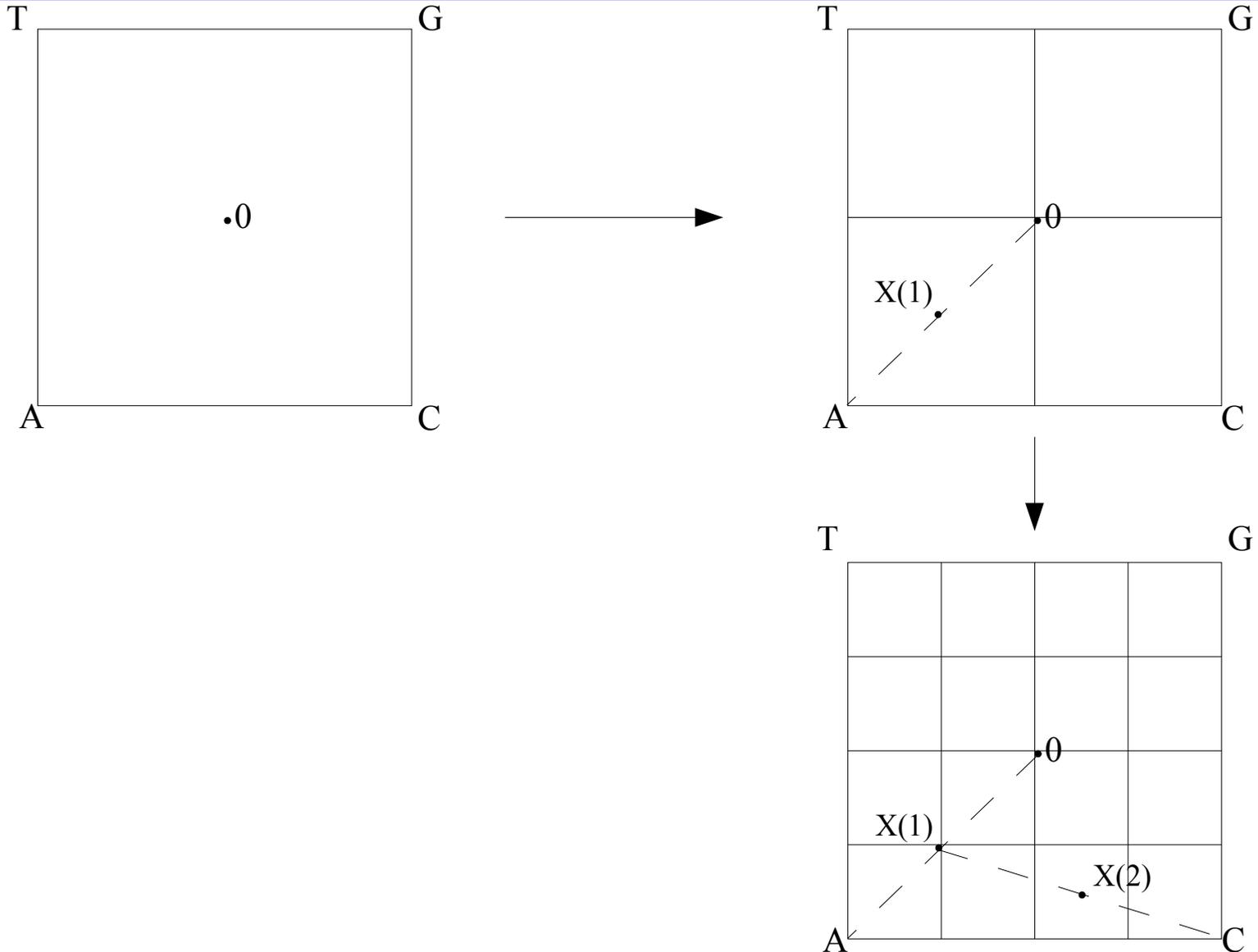
Traçons un quadrillage de la manière suivante:



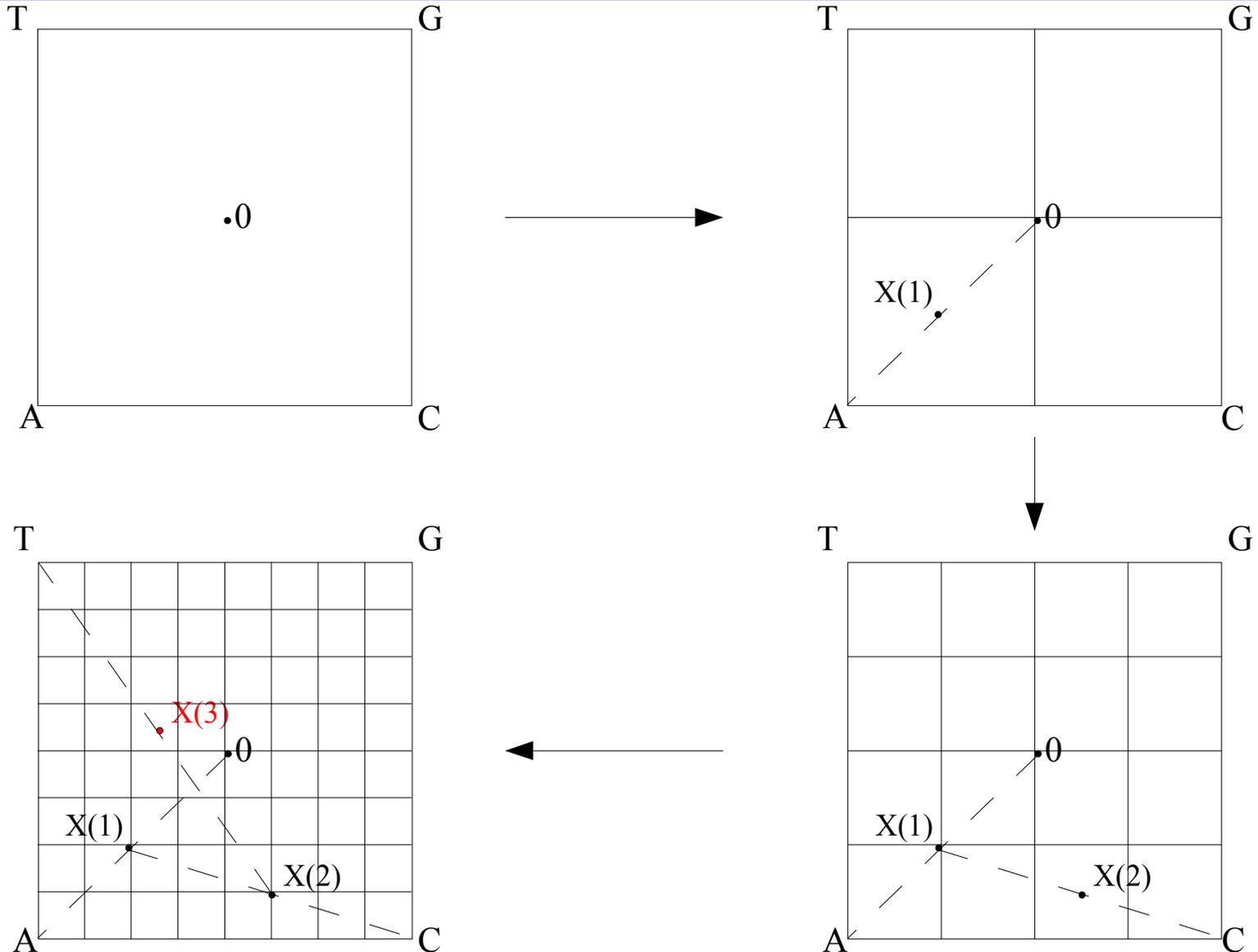
Traçons un quadrillage de la manière suivante:



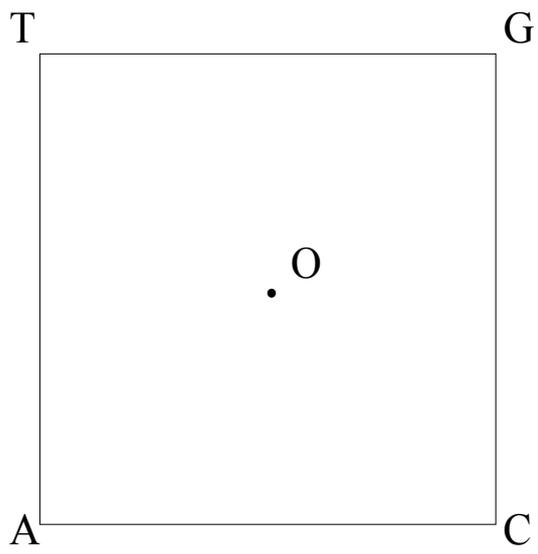
# Traçons un quadrillage de la manière suivante:

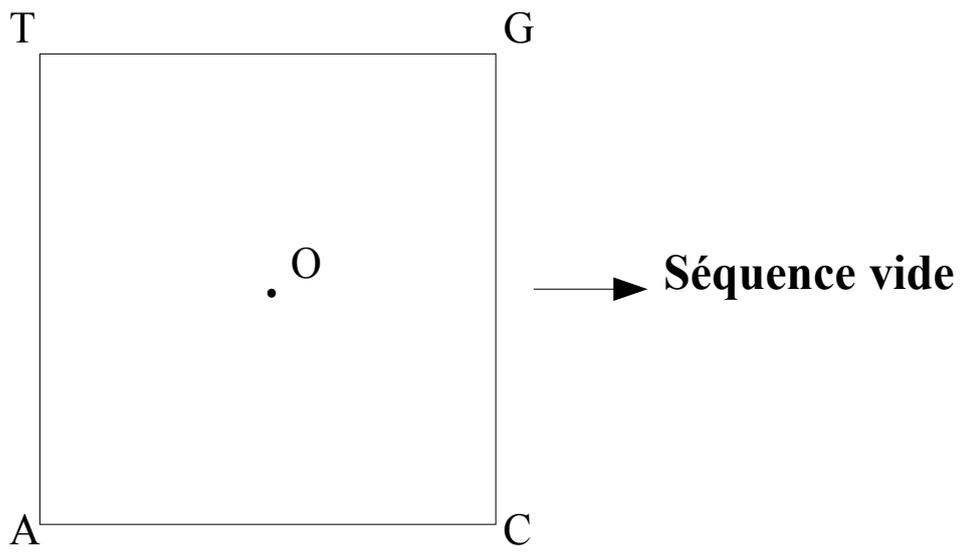


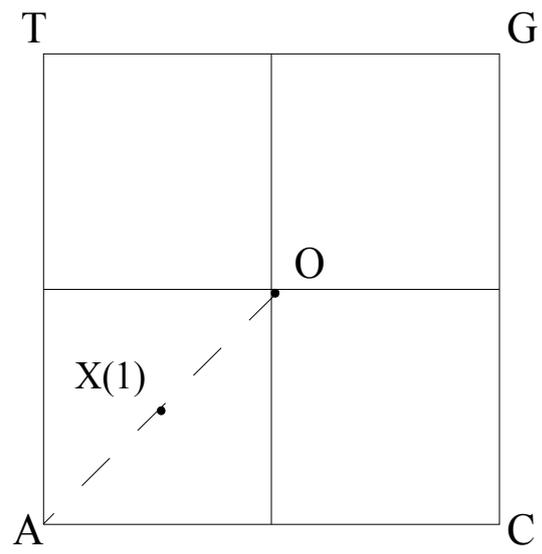
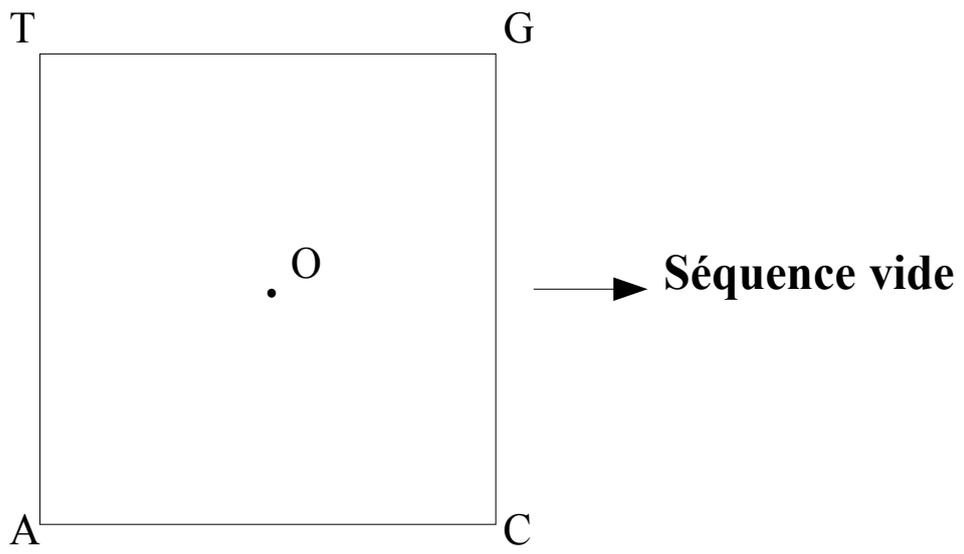
# Traçons un quadrillage de la manière suivante:

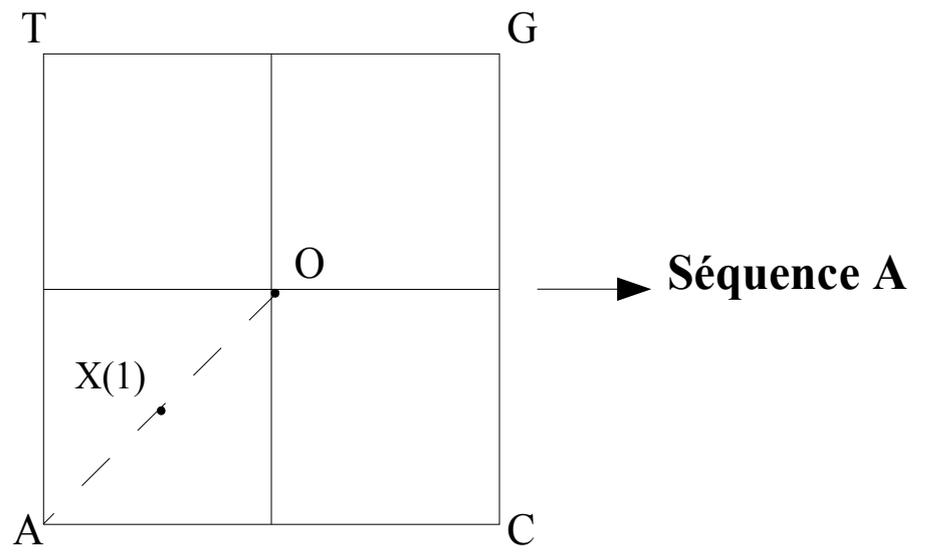
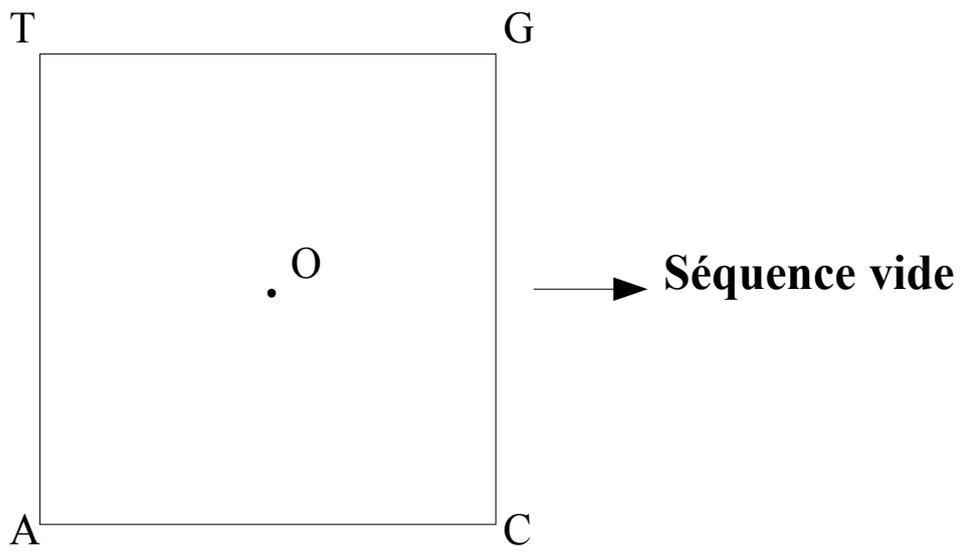


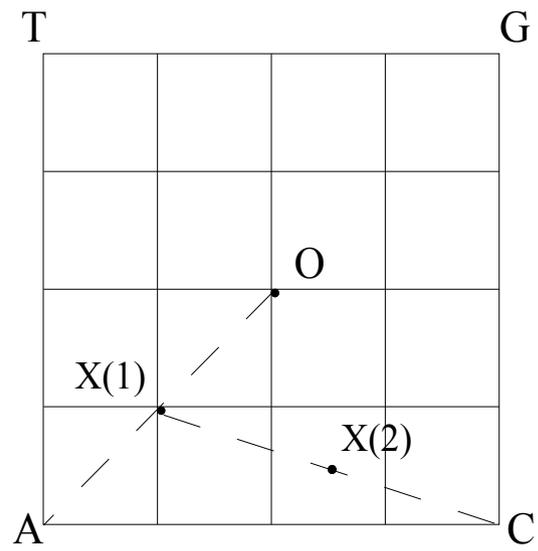
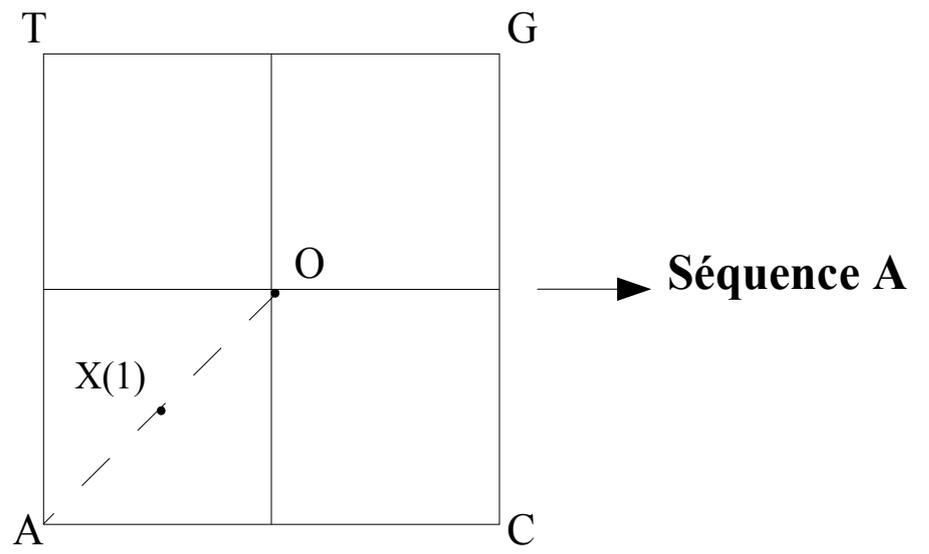
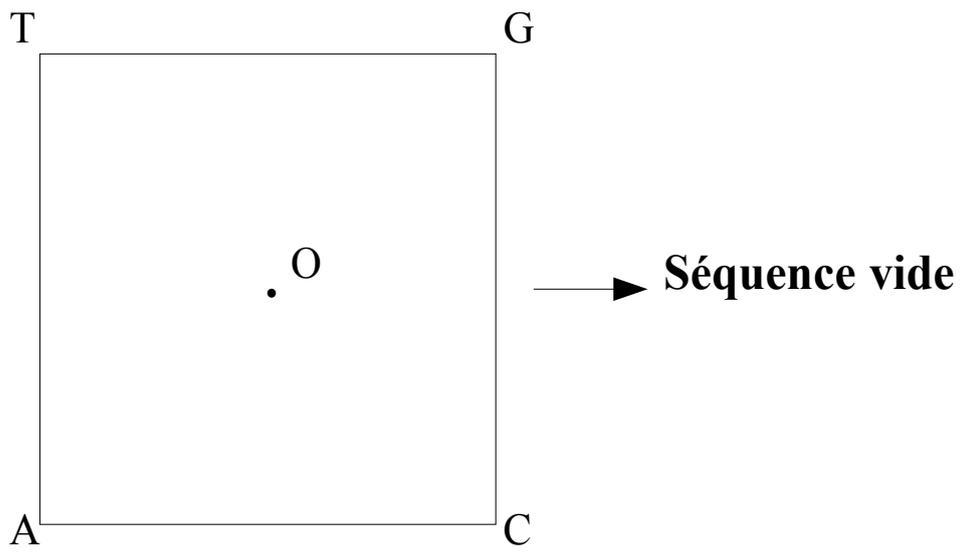
**On peut alors remarquer qu'à chaque étape, le centre de chaque petit carré du quadrillage représente une séquence ADN.**

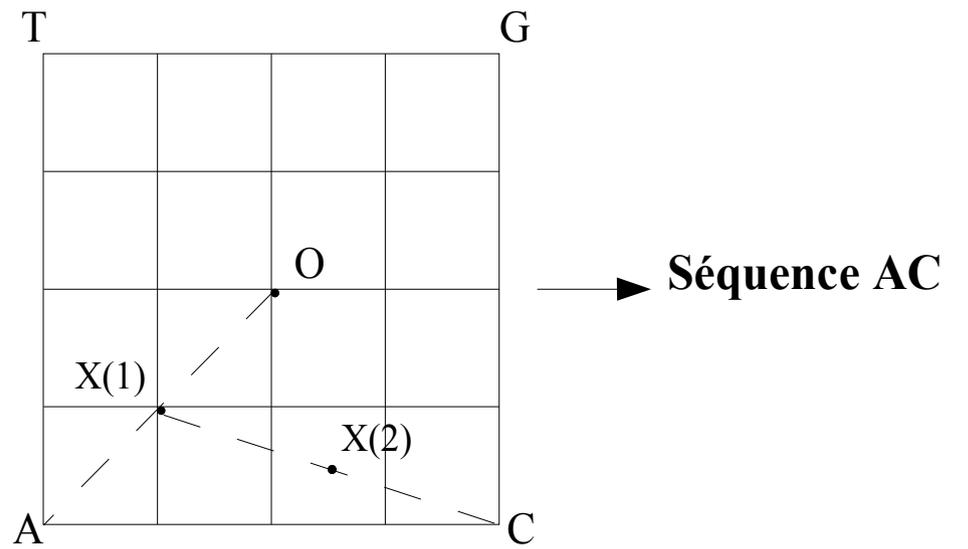
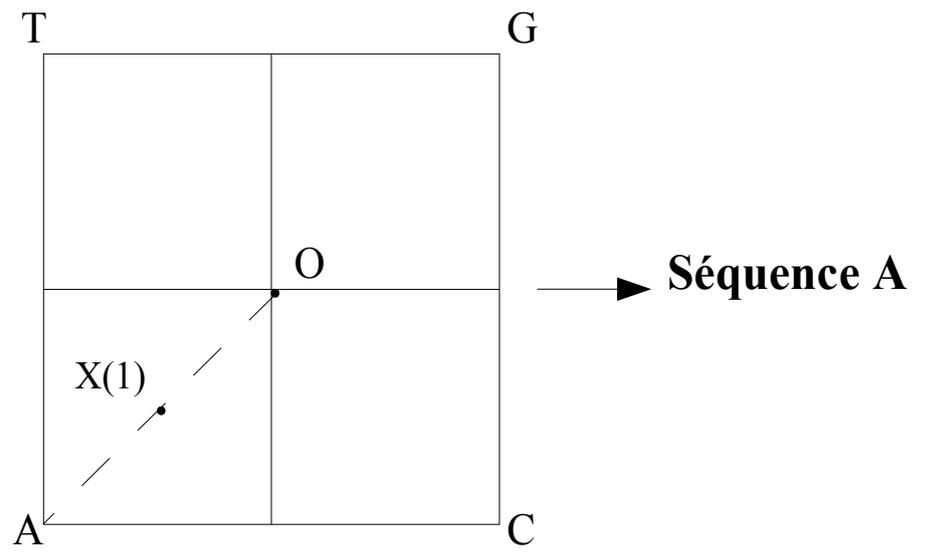
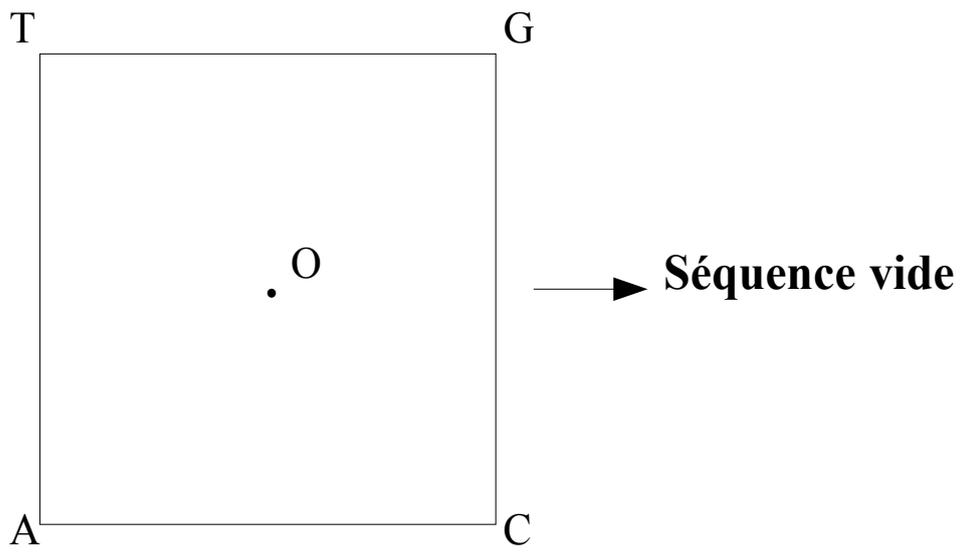


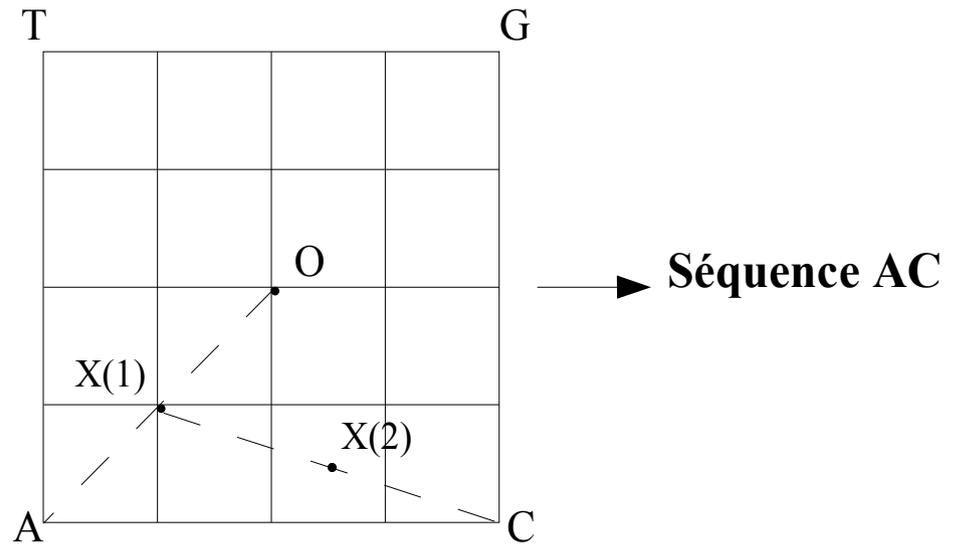
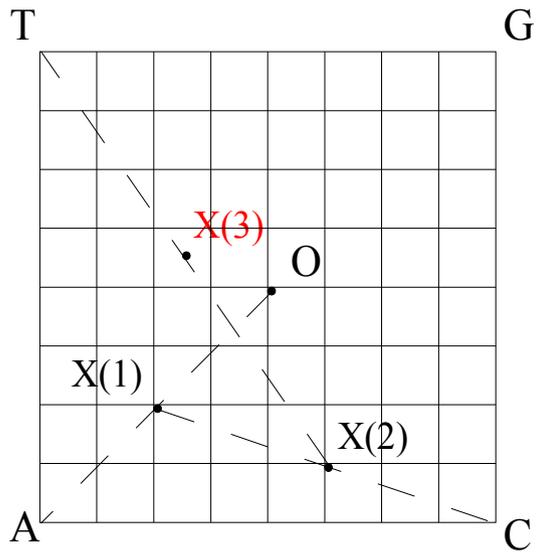
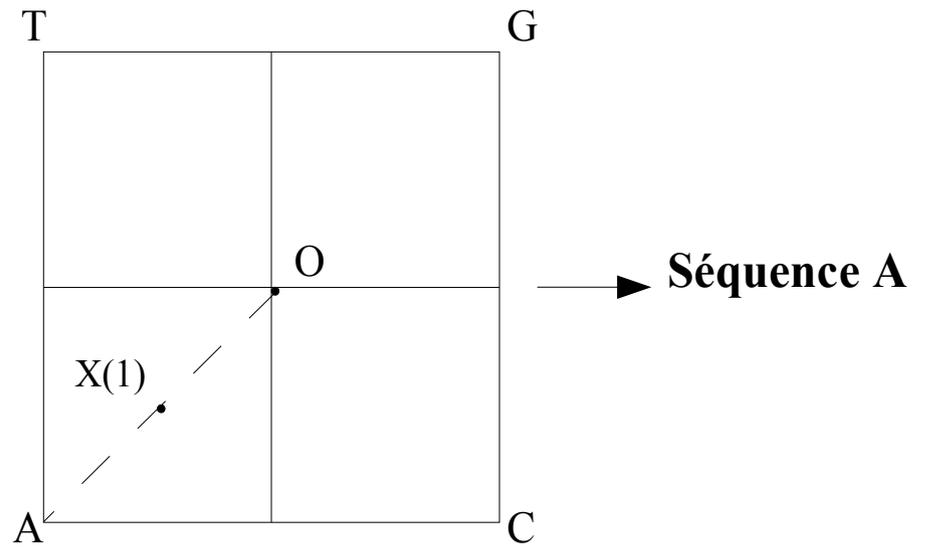
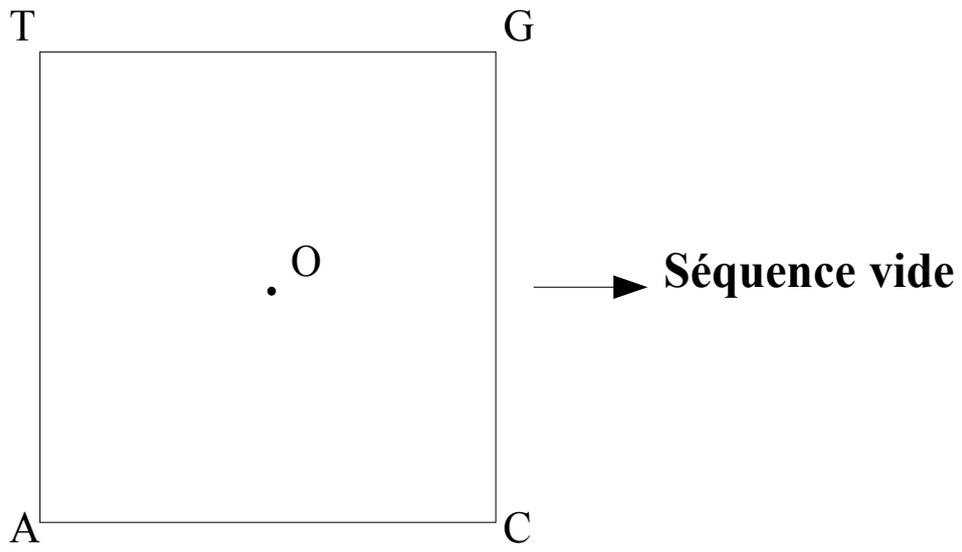


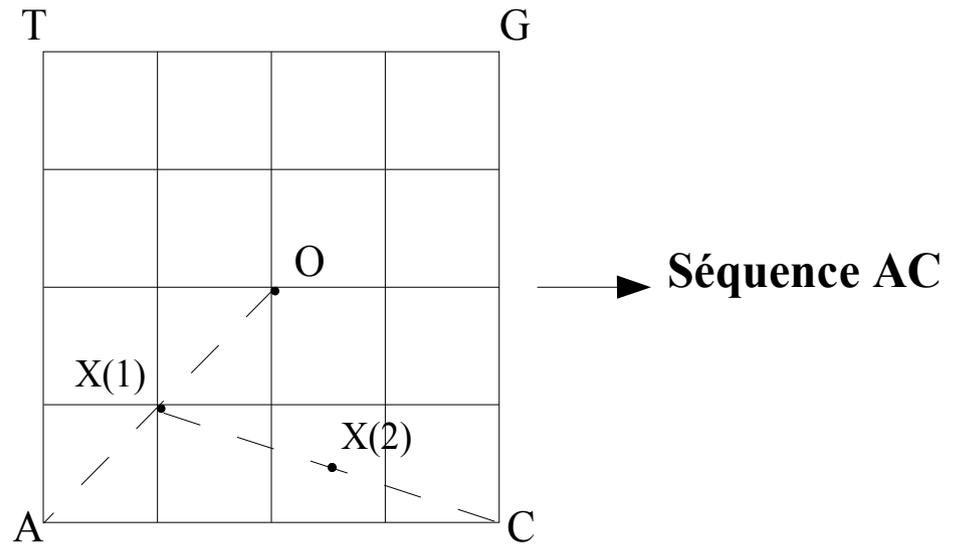
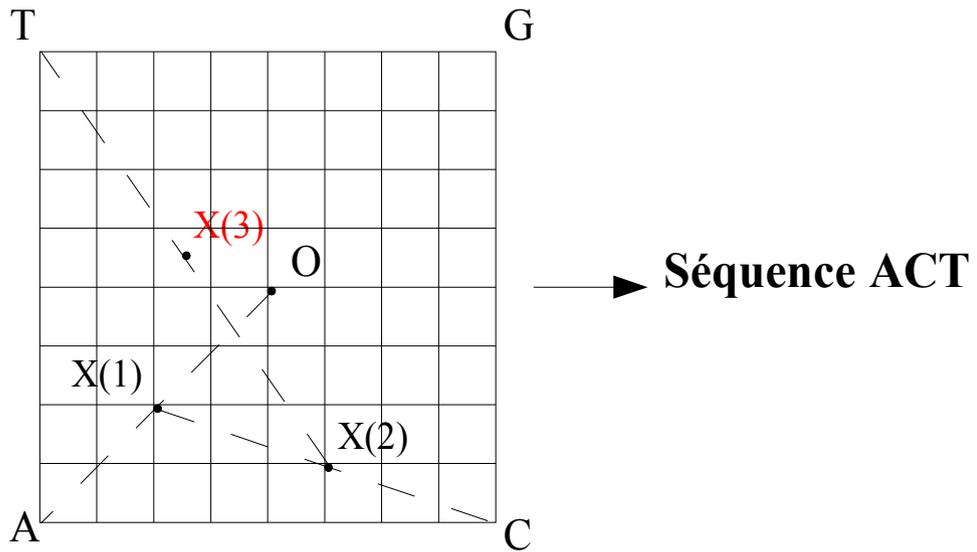
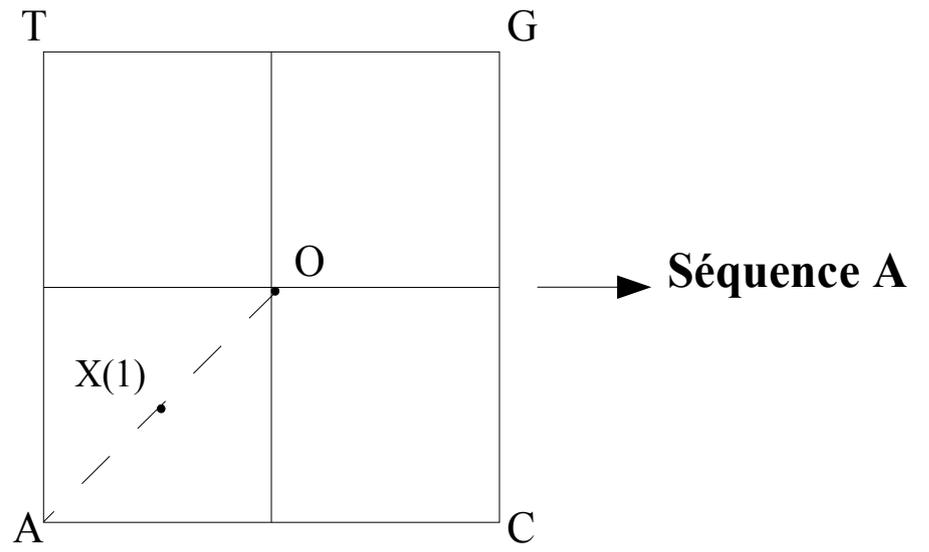
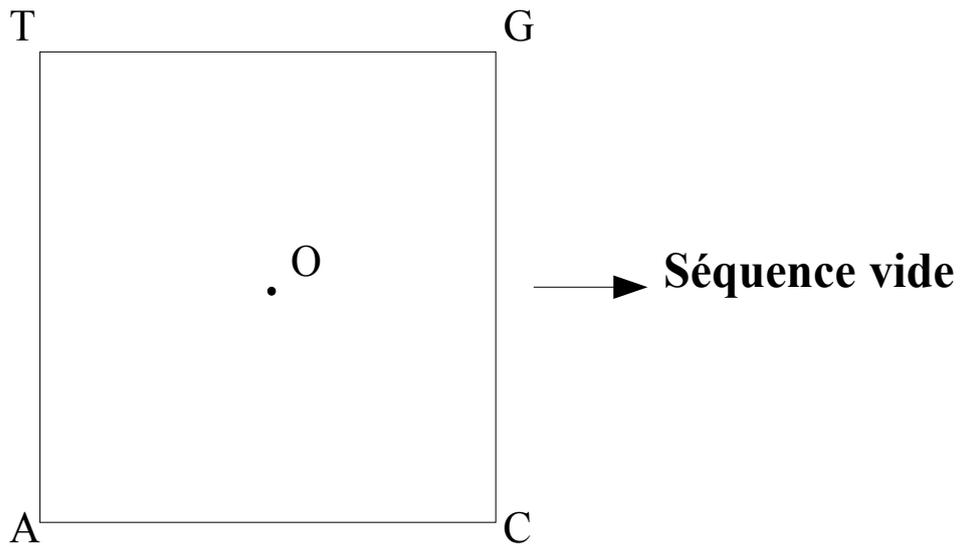






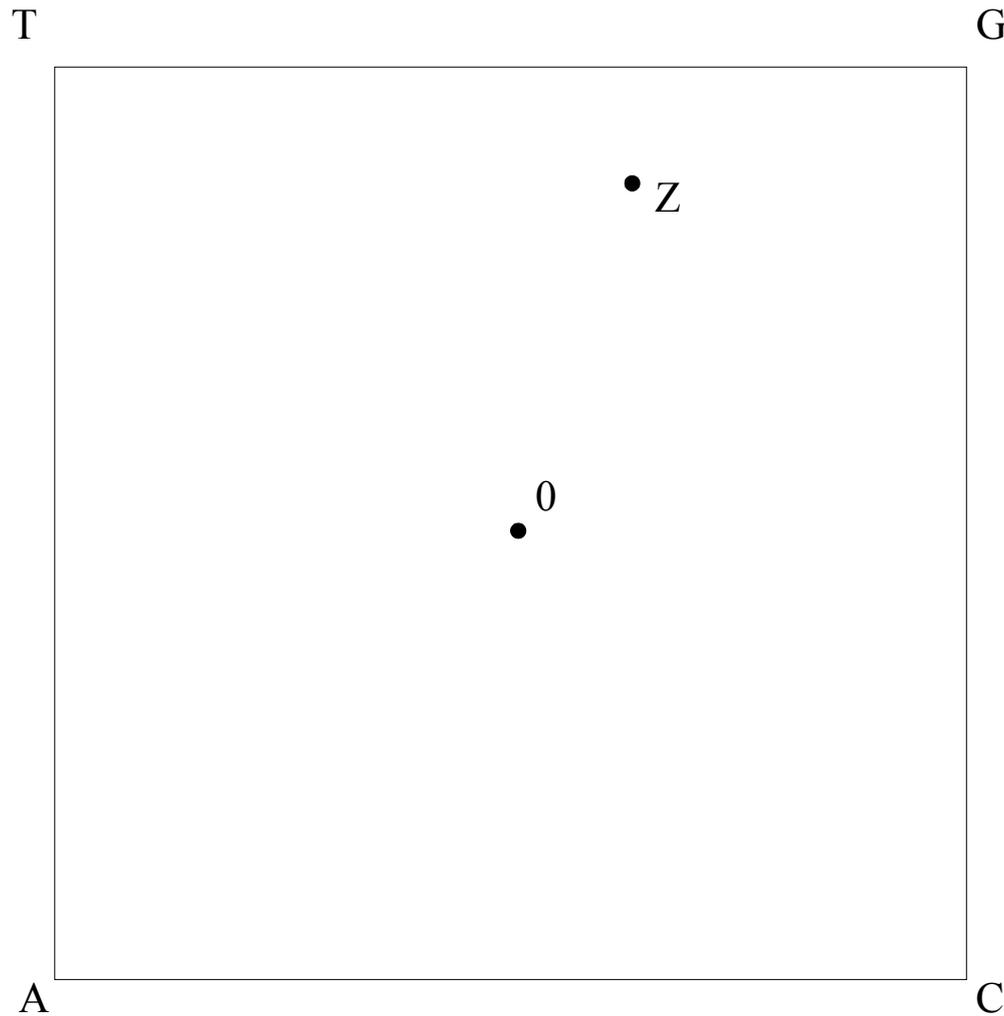




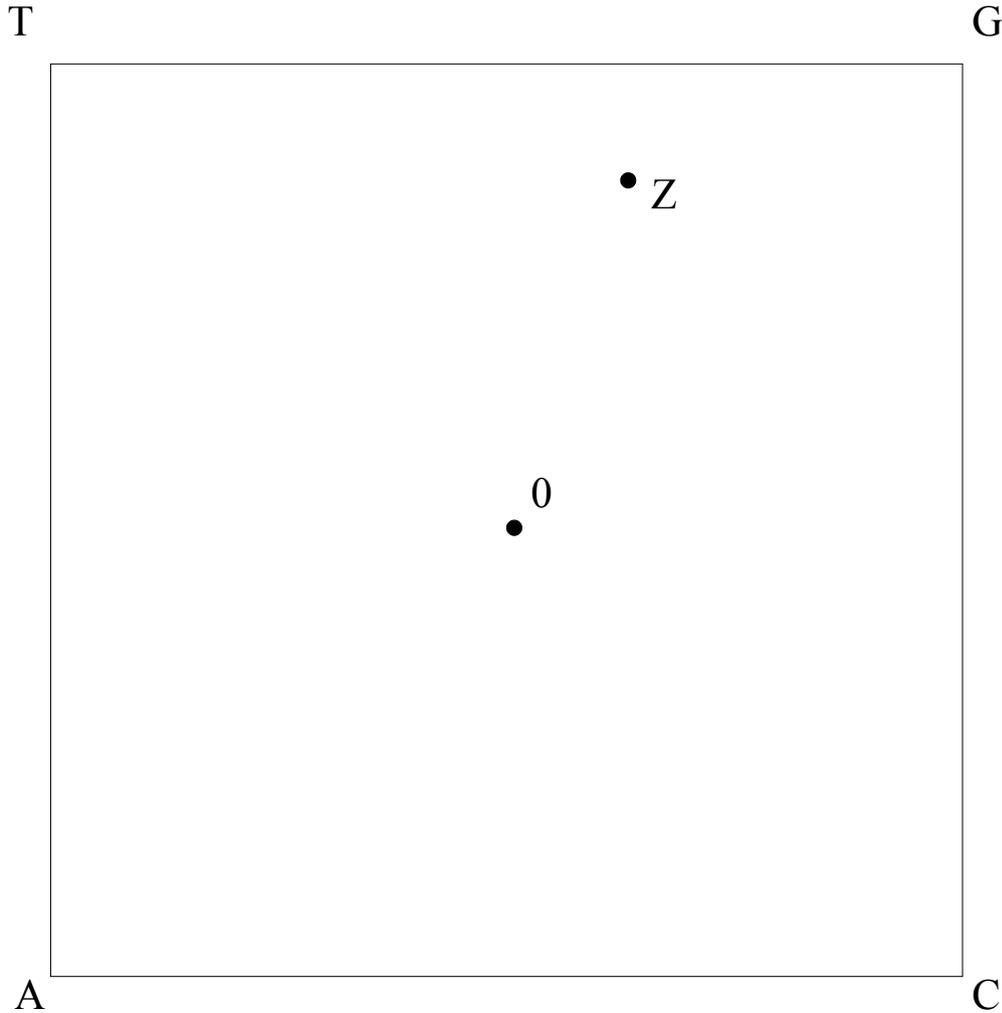


**Revenons donc à notre question de départ...**

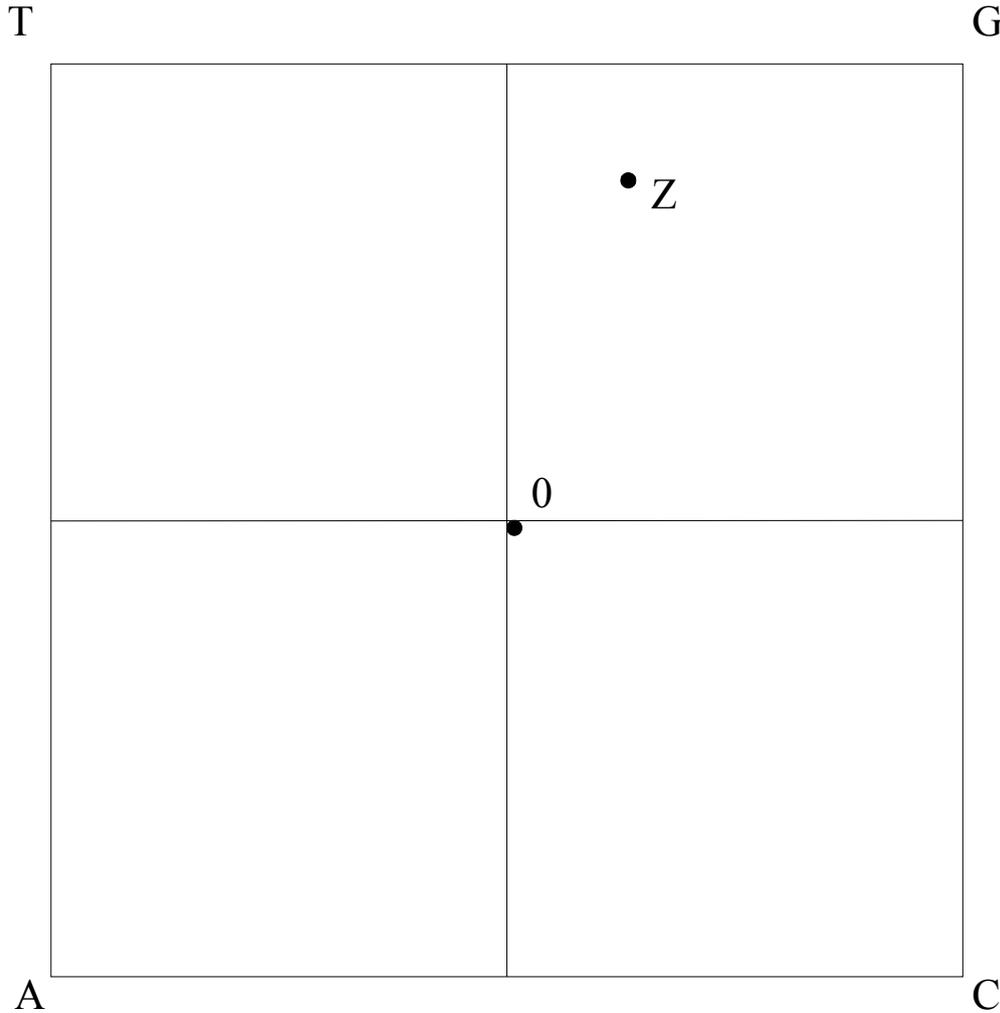
# Comment connaître la séquence correspondant au point Z?



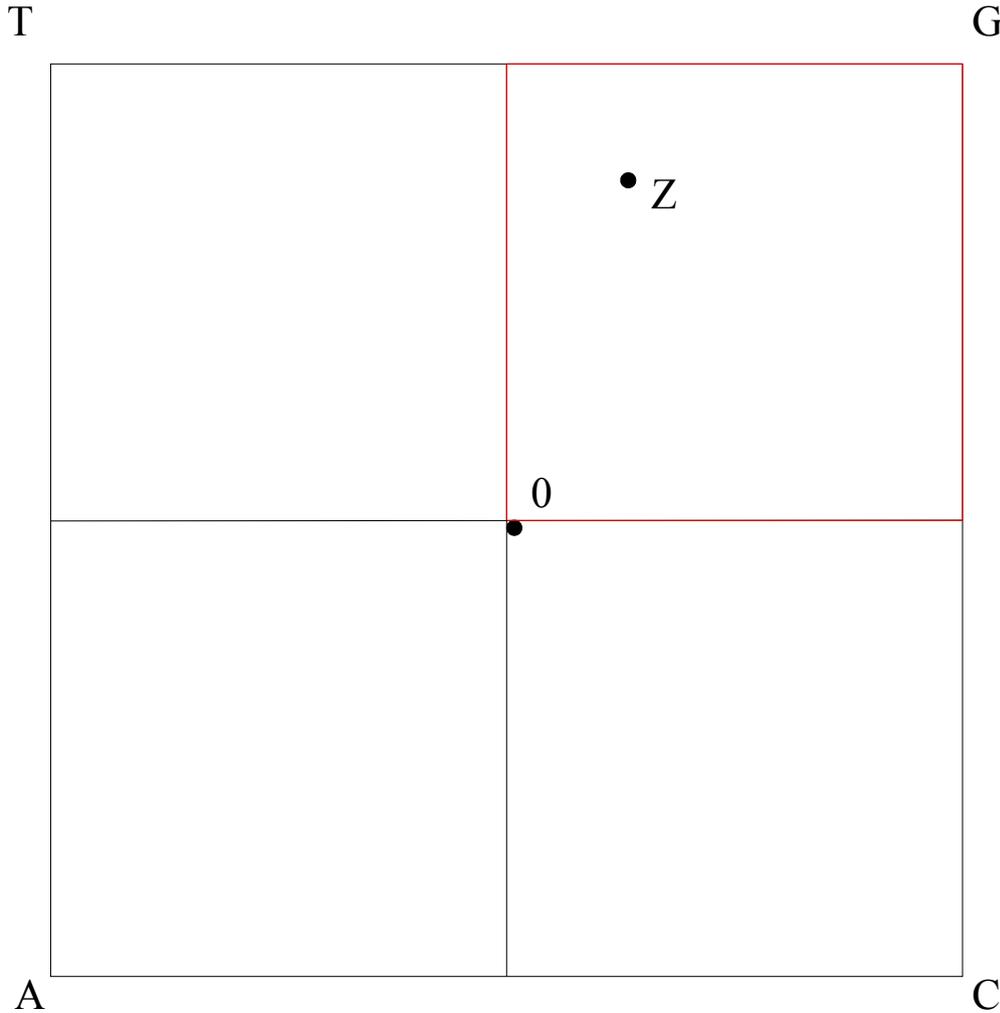
Pour cela, on quadrille le carré jusqu'à ce que  $Z$  soit un point du quadrillage.



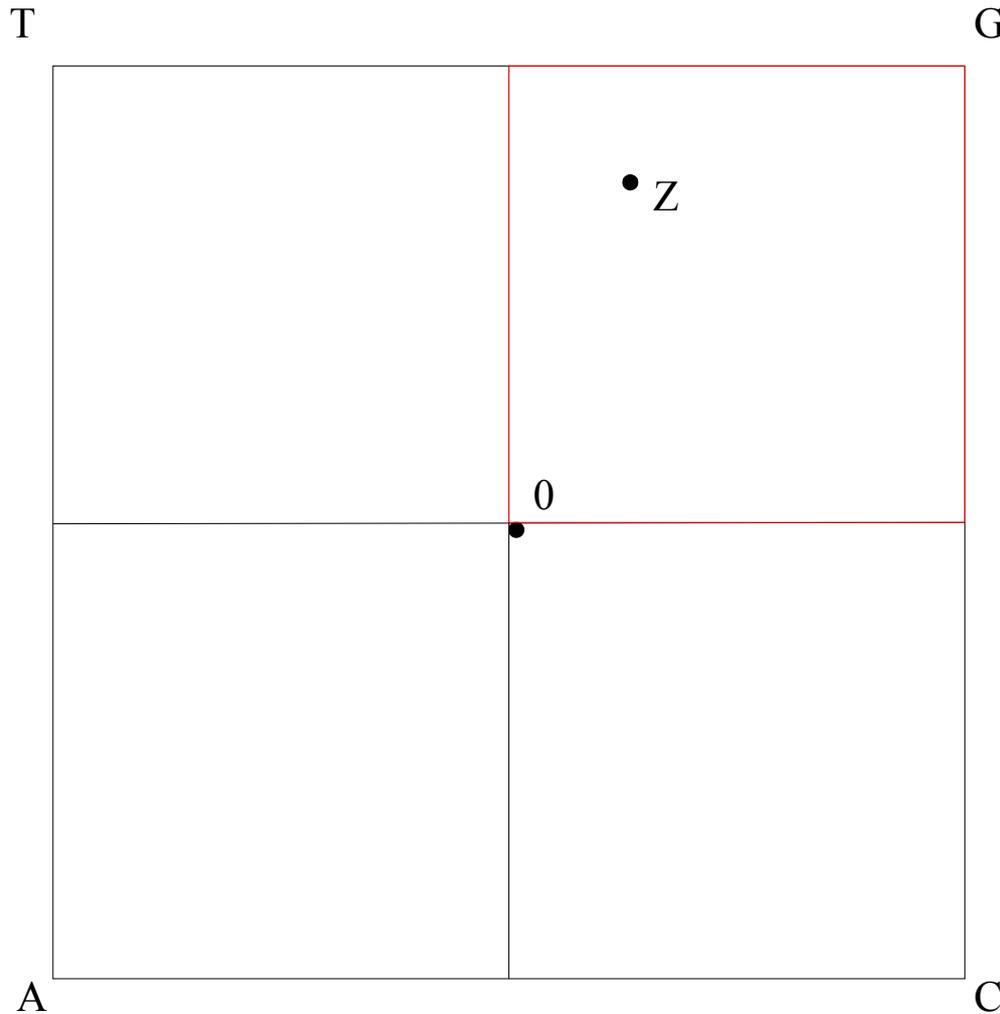
Pour cela, on quadrille le carré jusqu'a ce que  $Z$  soit un point du quadrillage.



Pour cela, on quadrille le carré jusqu'a ce que  $Z$  soit un point du quadrillage.

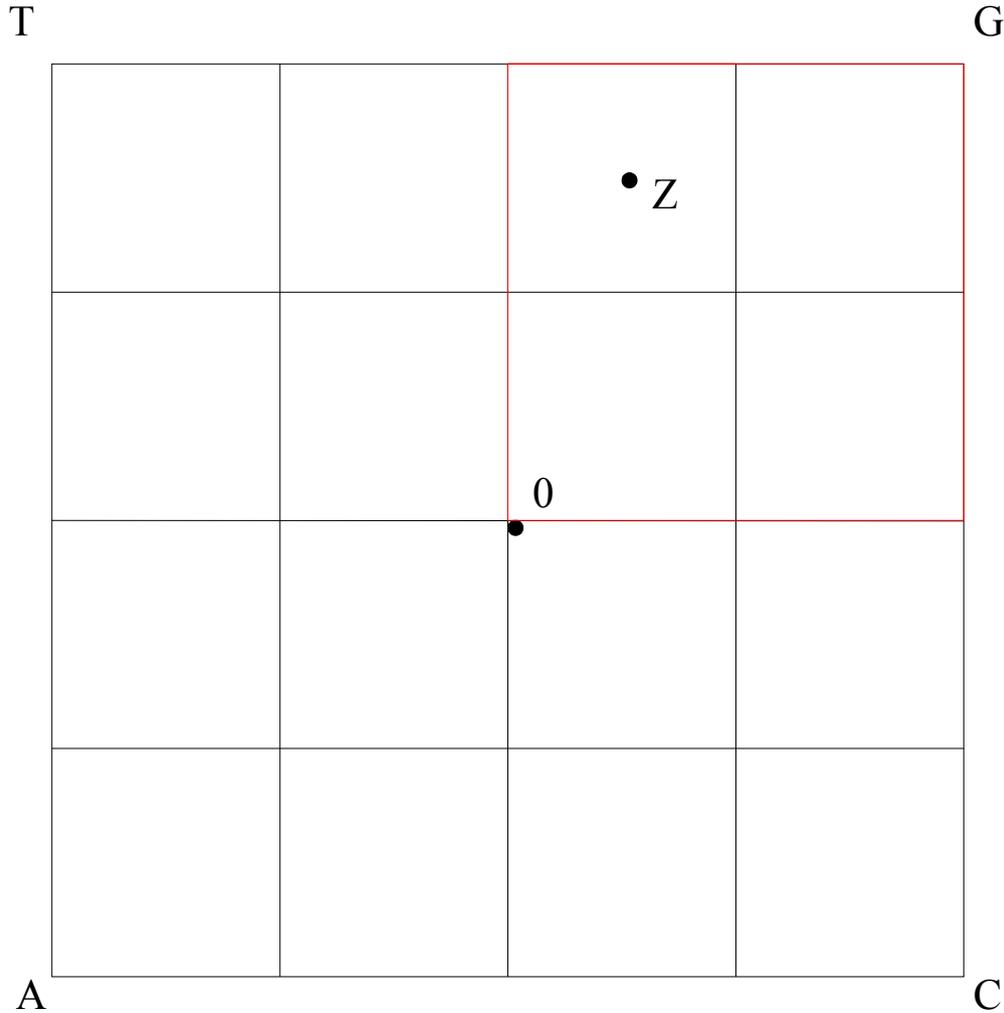


Pour cela, on quadrille le carré jusqu'à ce que Z soit un point du quadrillage.

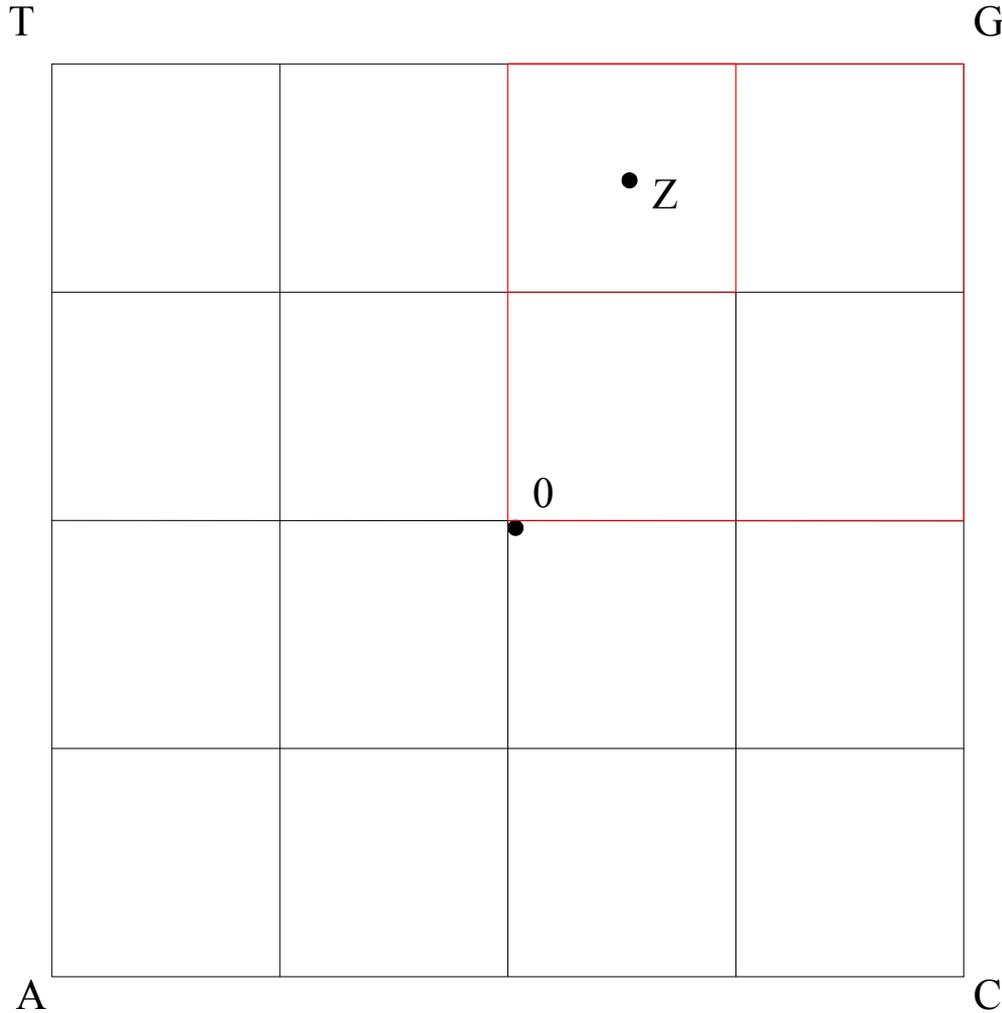


La dernière  
lettre de la  
séquence est **G**

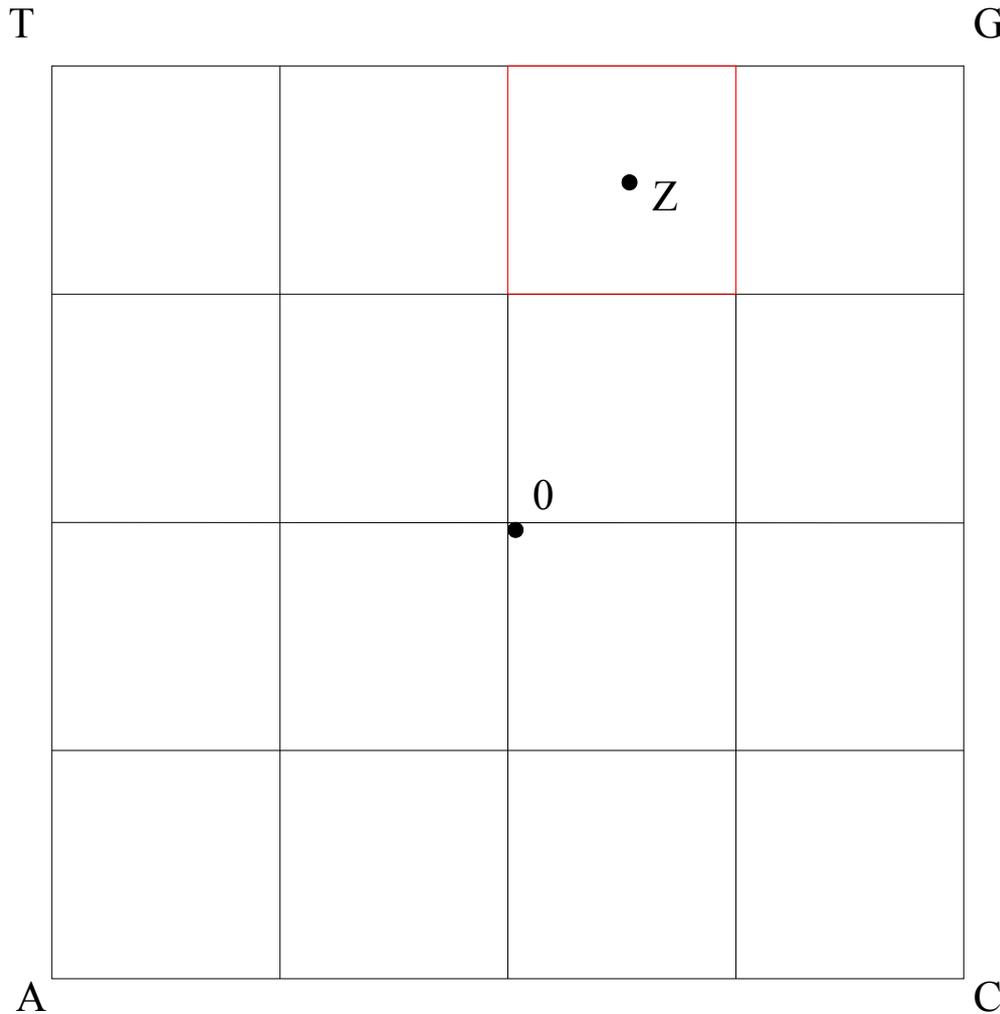
Pour cela, on quadrille le carré jusqu'à ce que  $Z$  soit un point du quadrillage.



Pour cela, on quadrille le carré jusqu'à ce que  $Z$  soit un point du quadrillage.

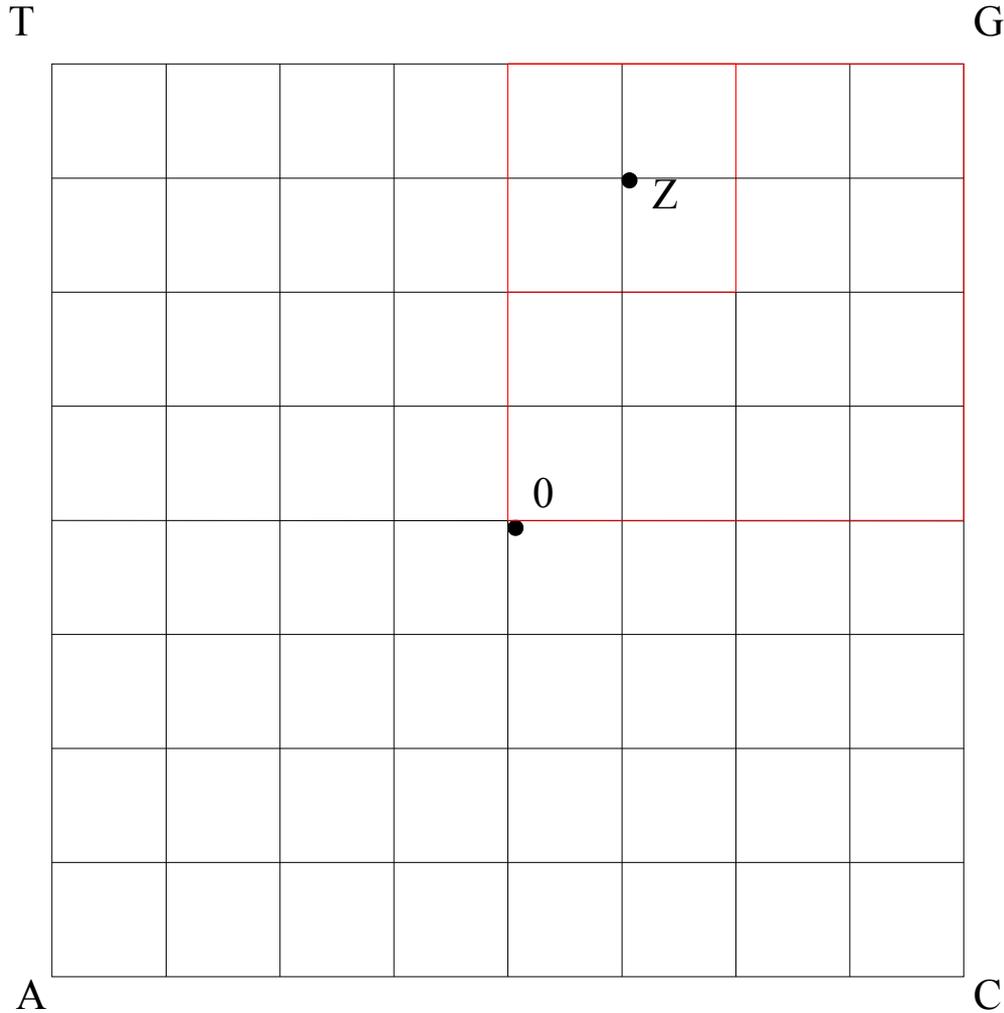


Pour cela, on quadrille le carré jusqu'a ce que Z soit un point du quadrillage.

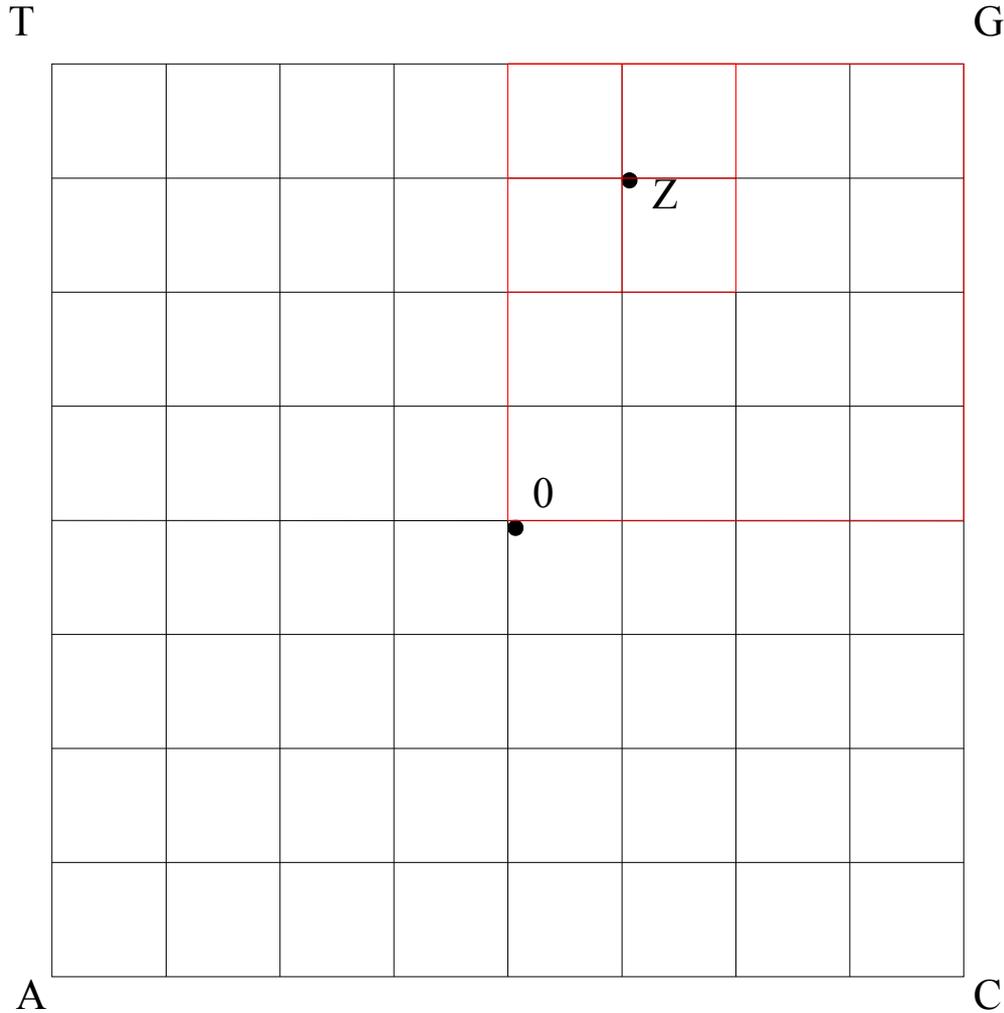


L'avant dernière  
lettre de la  
séquence est **T**

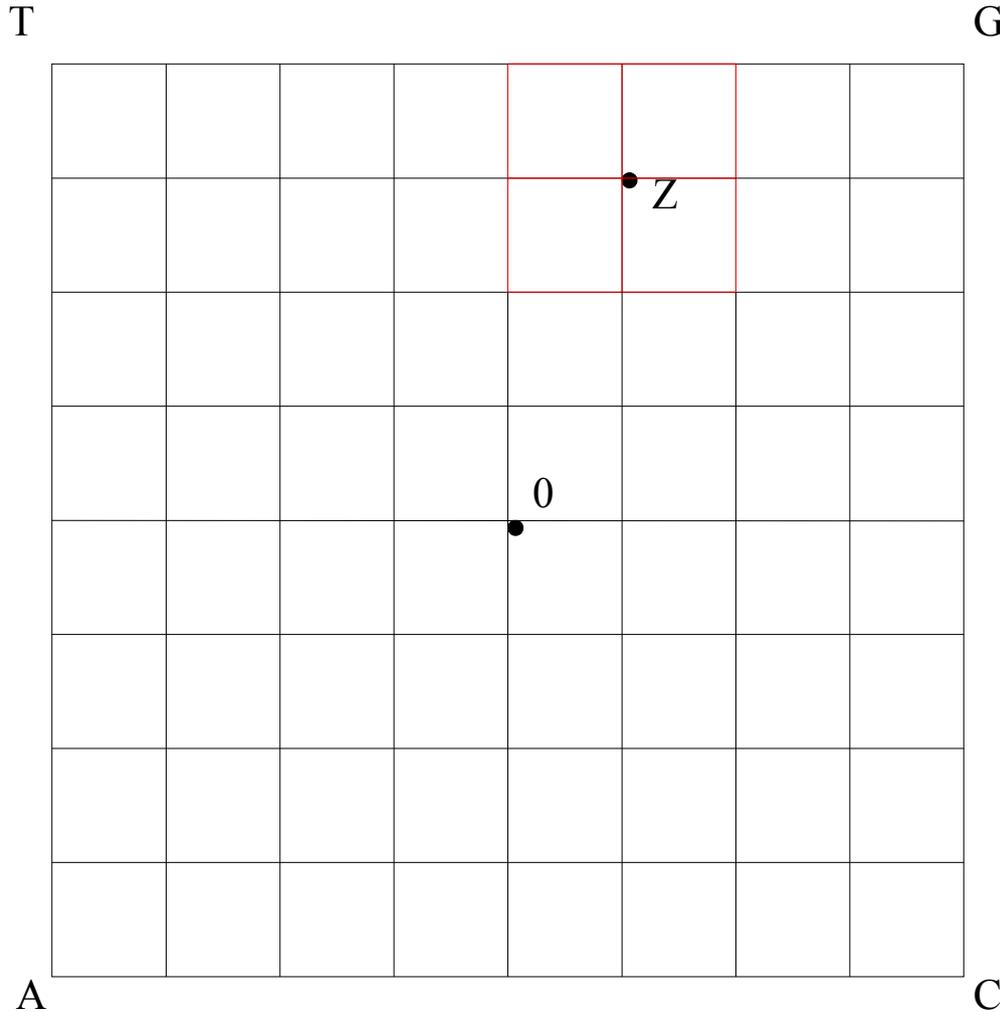
Pour cela, on quadrille le carré jusqu'à ce que  $Z$  soit un point du quadrillage.



Pour cela, on quadrille le carré jusqu'à ce que  $Z$  soit un point du quadrillage.

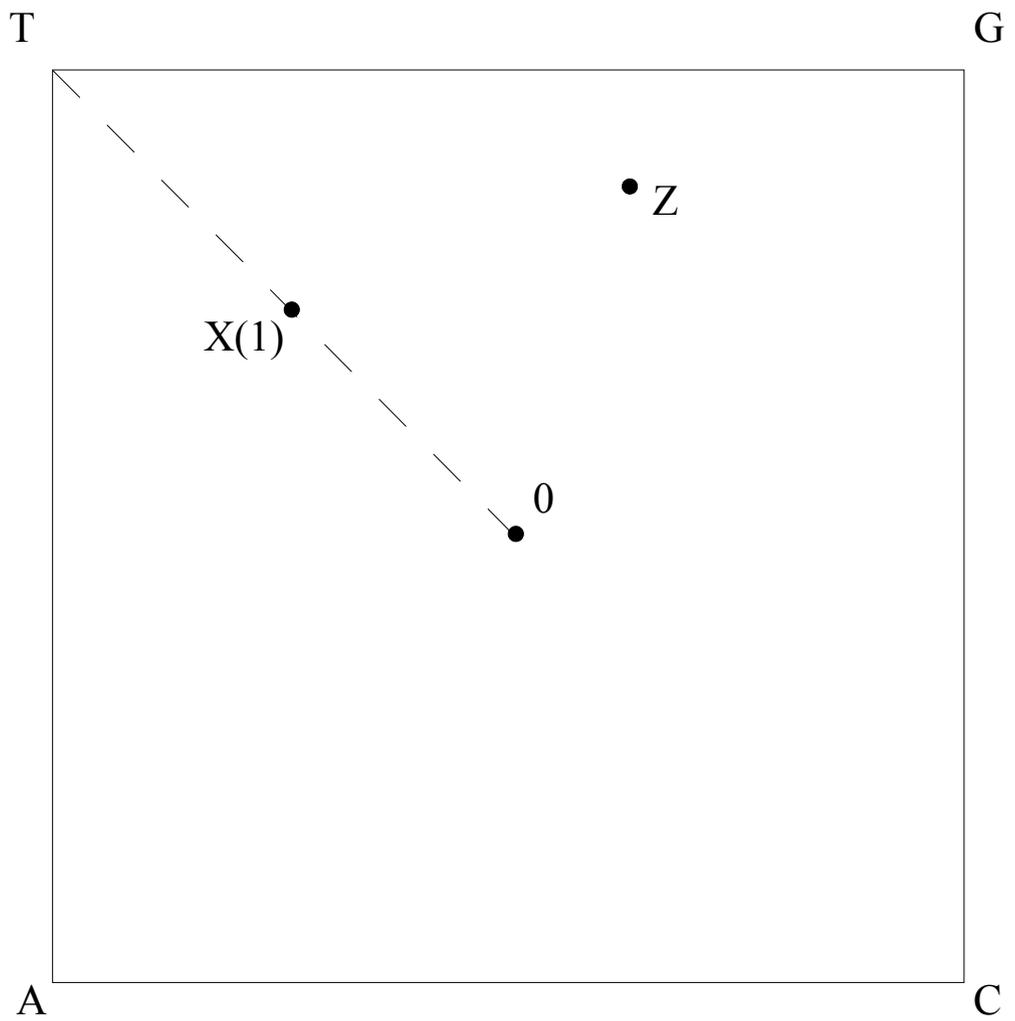


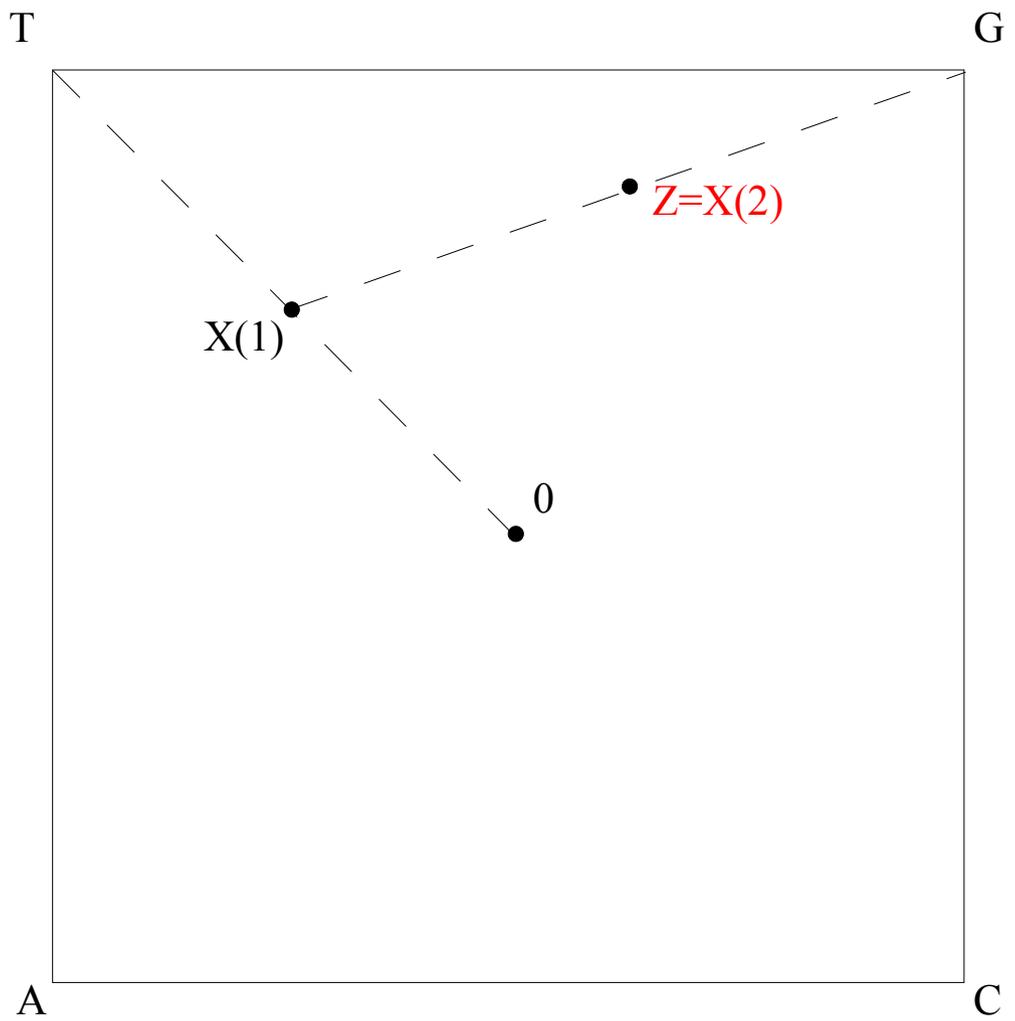
Pour cela, on quadrille le carré jusqu'à ce que  $Z$  soit un point du quadrillage.



La séquence est donc **TG**

# Vérification

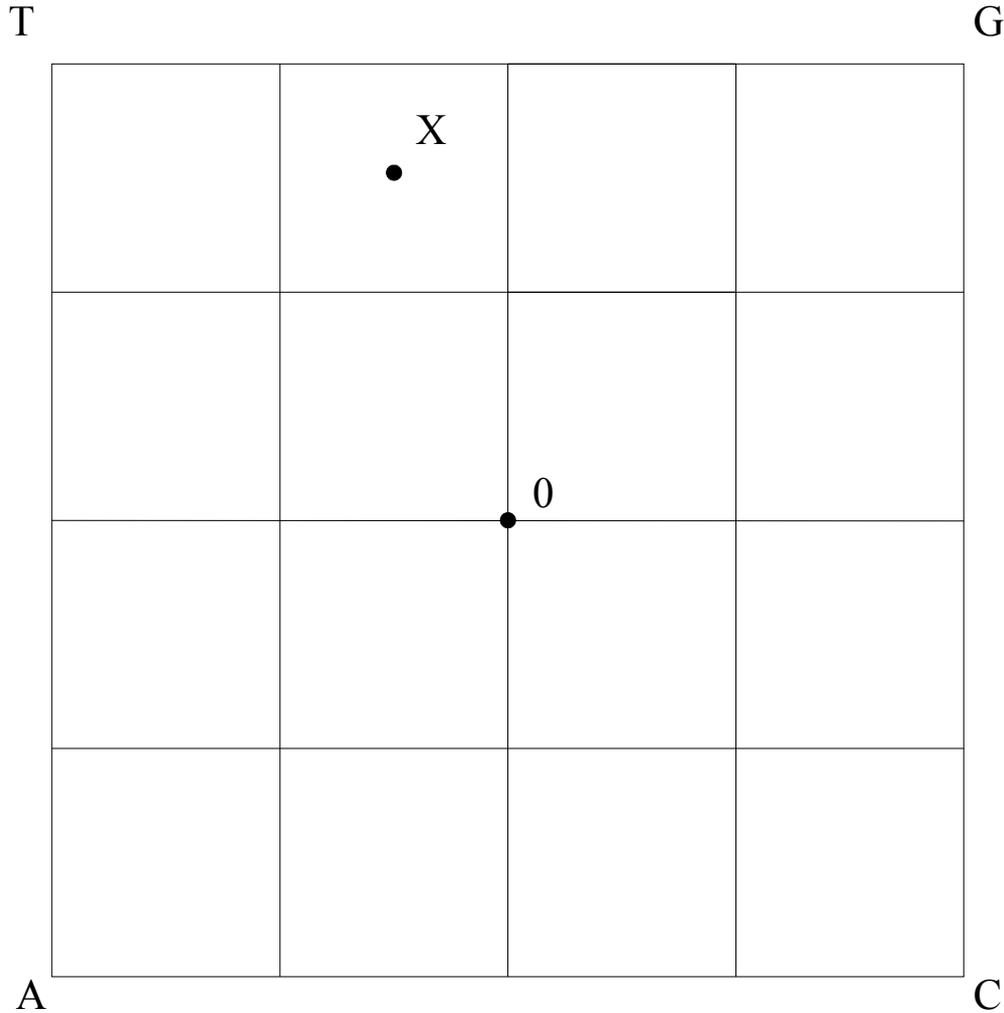




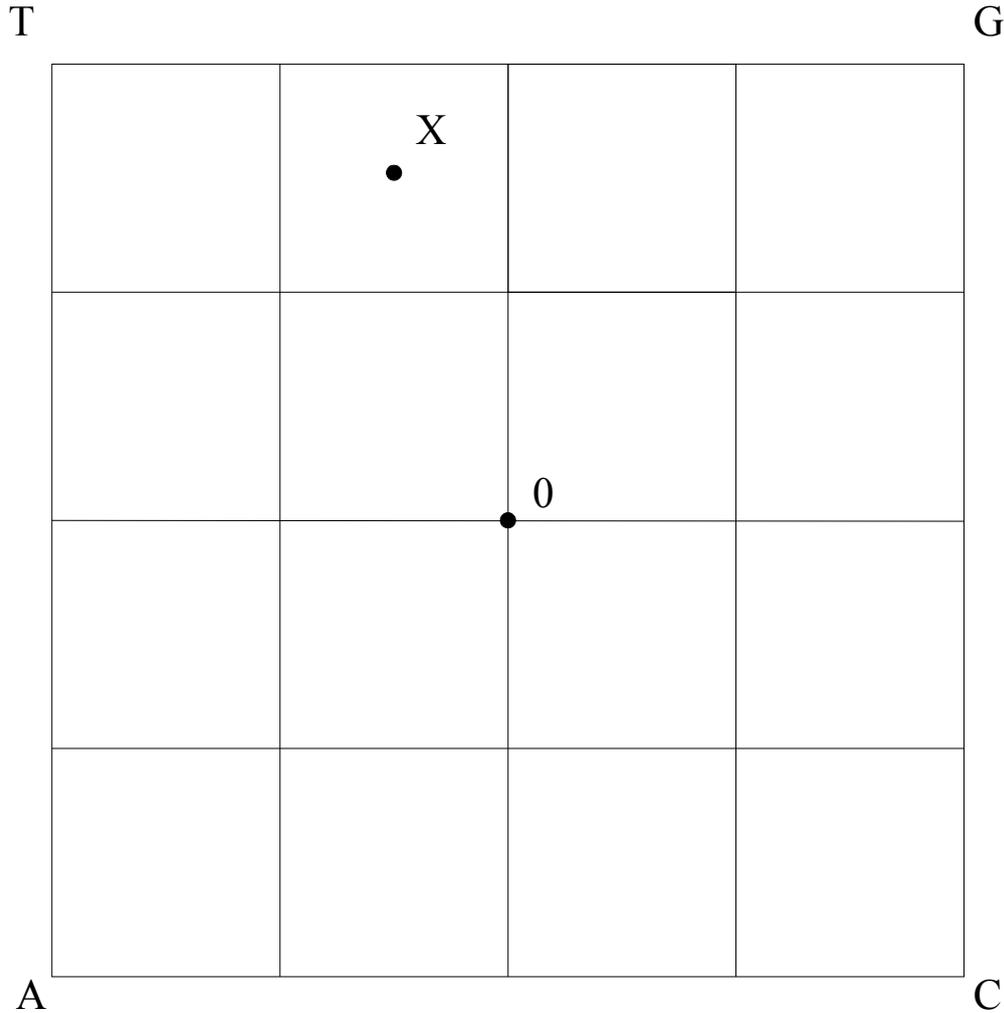
**C'est bien le résultat cherché...**

**Maintenant à vous de jouer!!!**

Quelle est la séquence associée au point X?

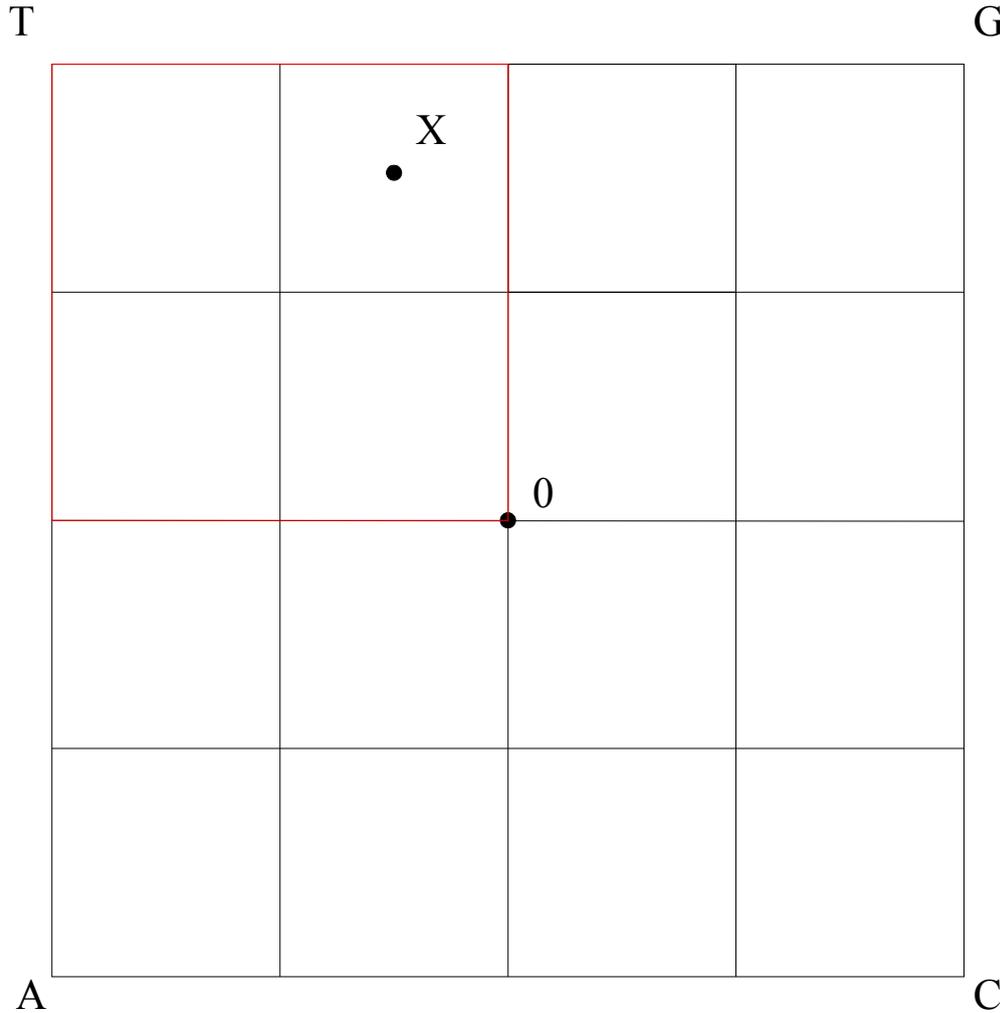


# Quelle est la séquence associée au point X?



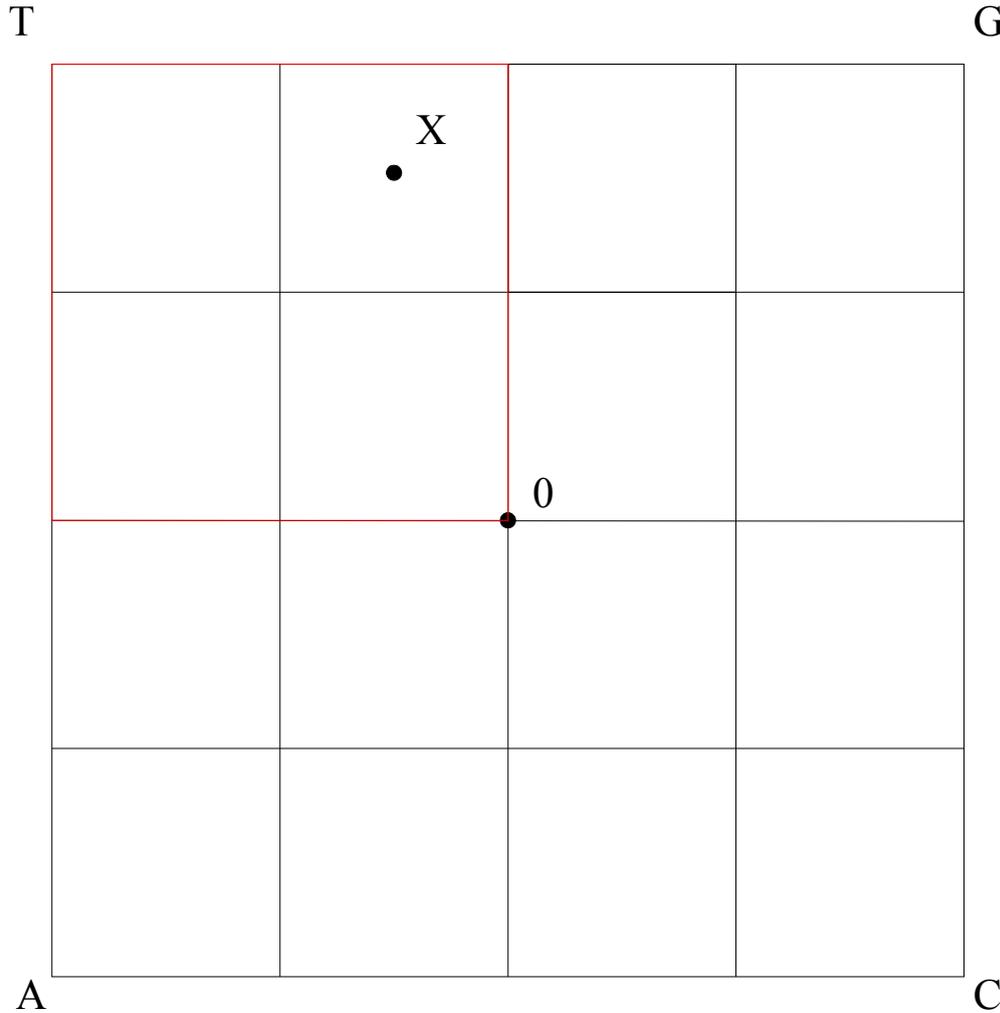
La séquence est

# Quelle est la séquence associée au point X?



La séquence est

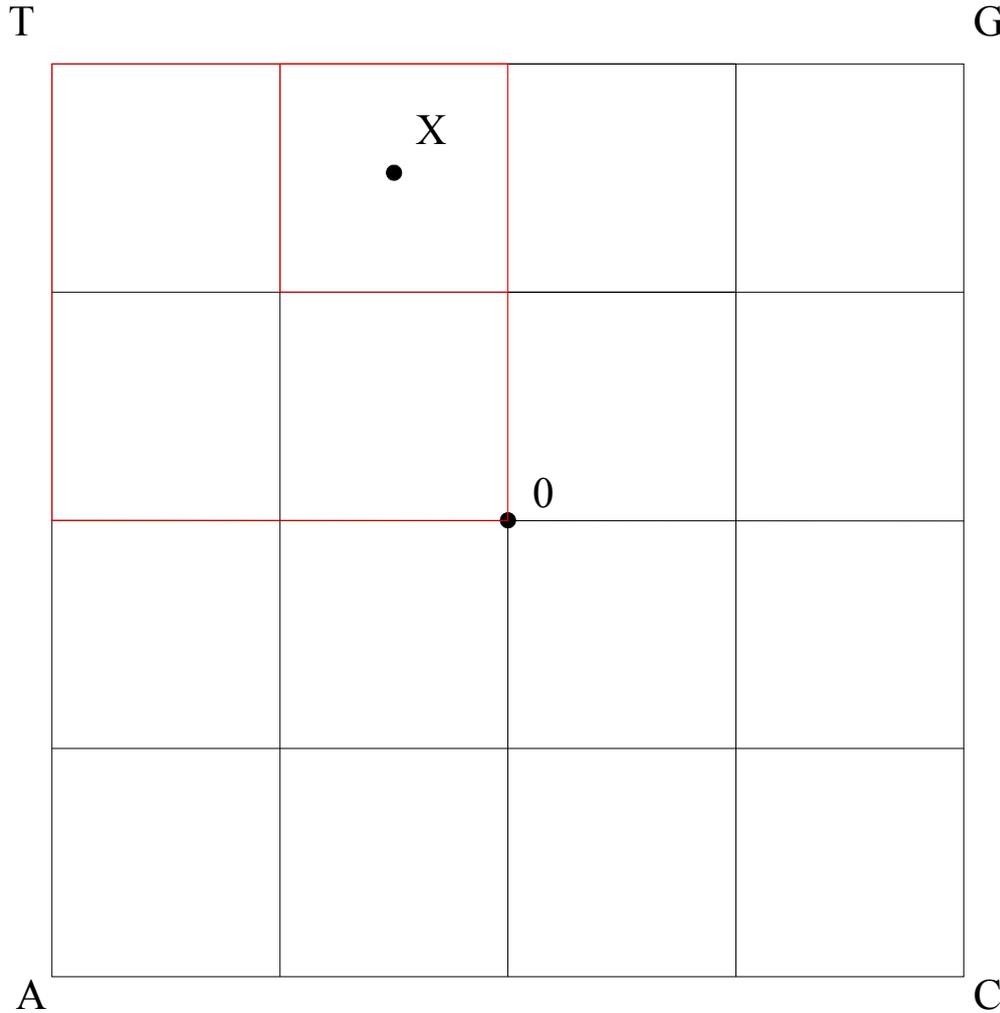
# Quelle est la séquence associée au point X?



La séquence est

**T**

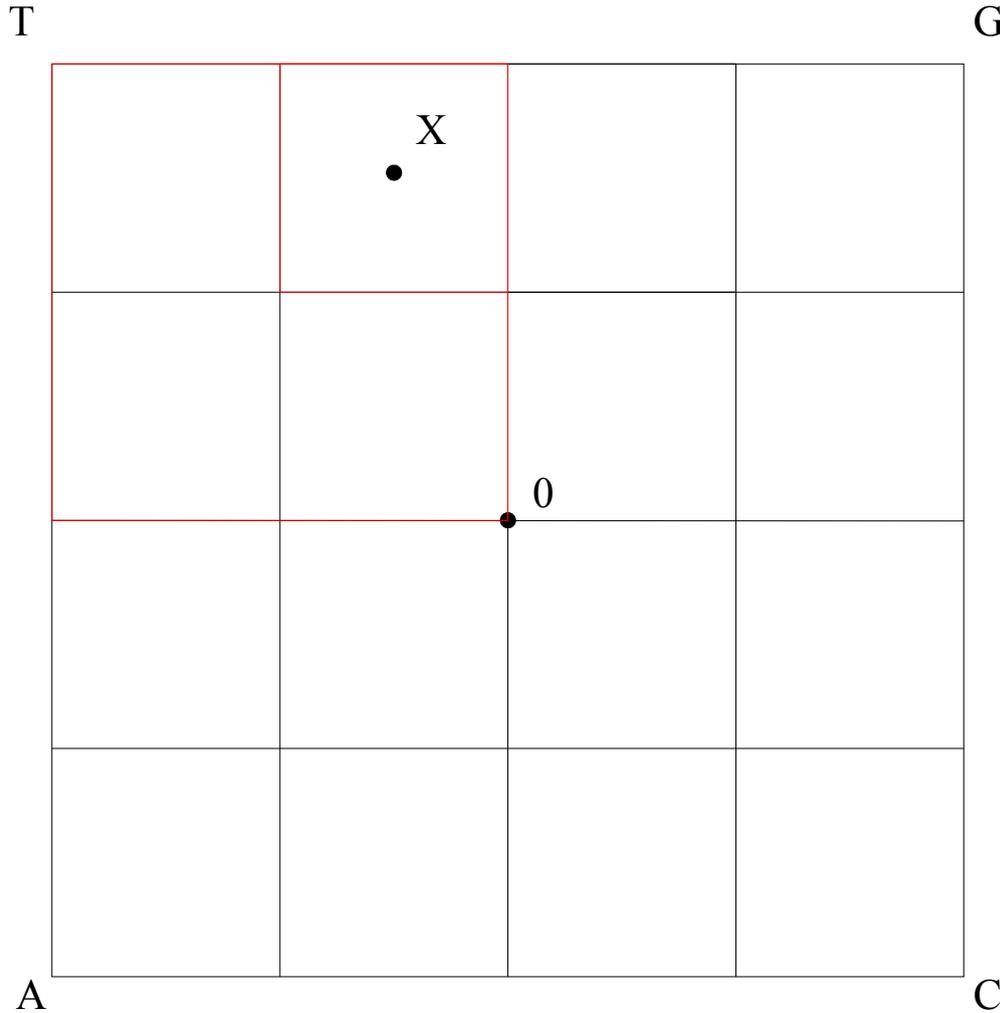
# Quelle est la séquence associée au point X?



La séquence est

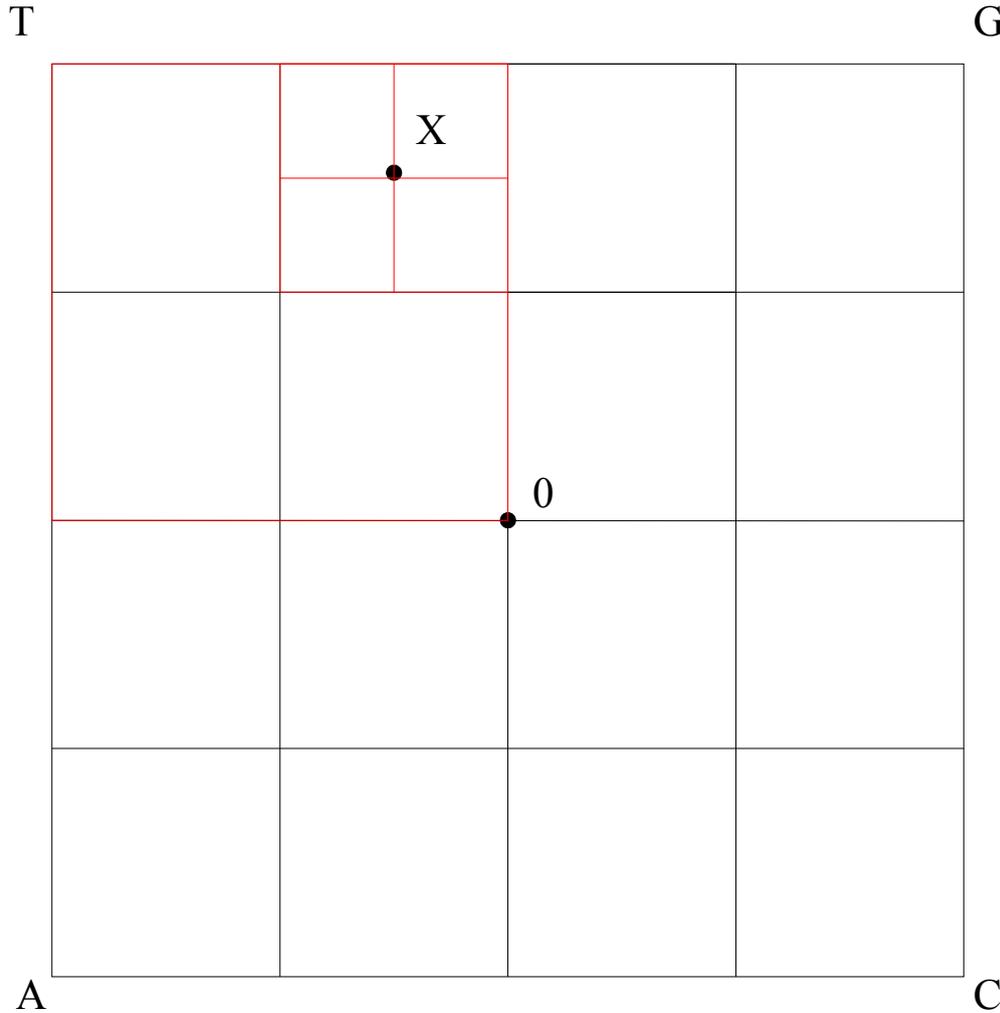
**T**

# Quelle est la séquence associée au point X?



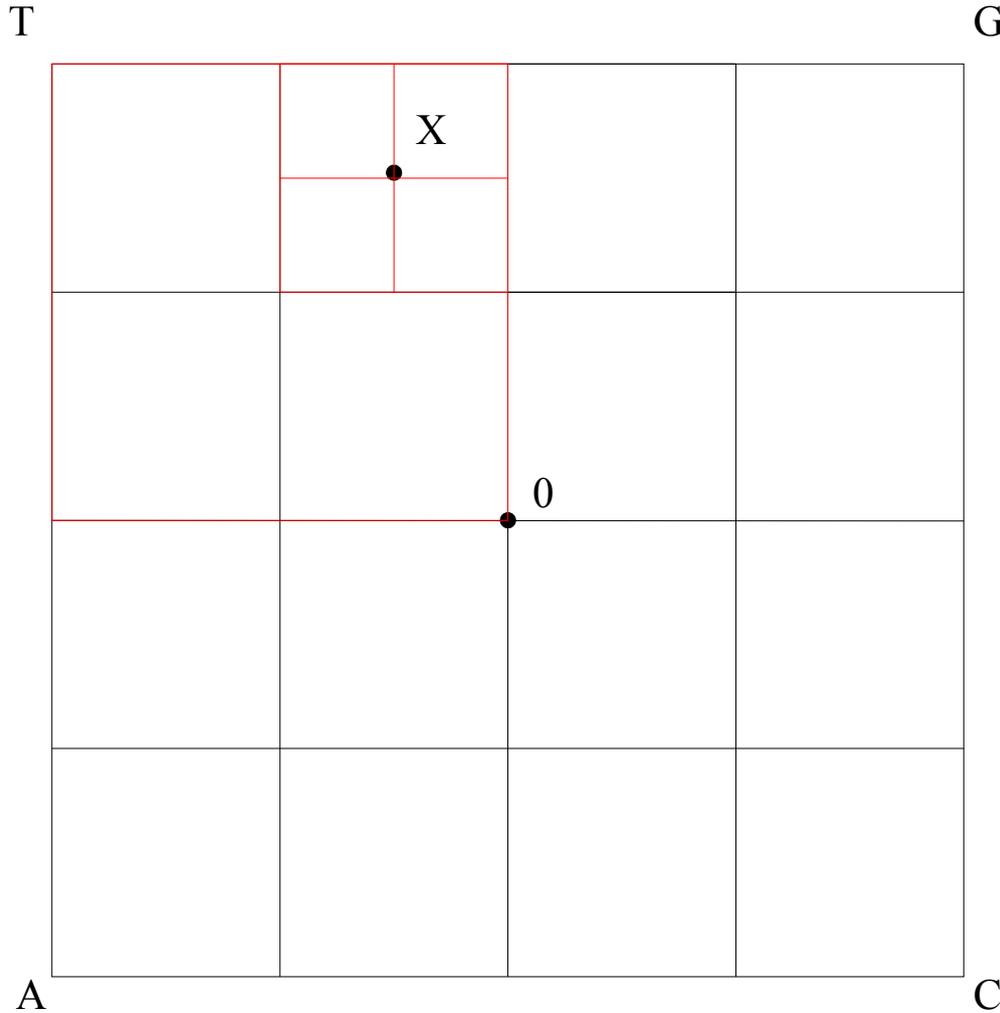
La séquence est  
**GT**

# Quelle est la séquence associée au point X?



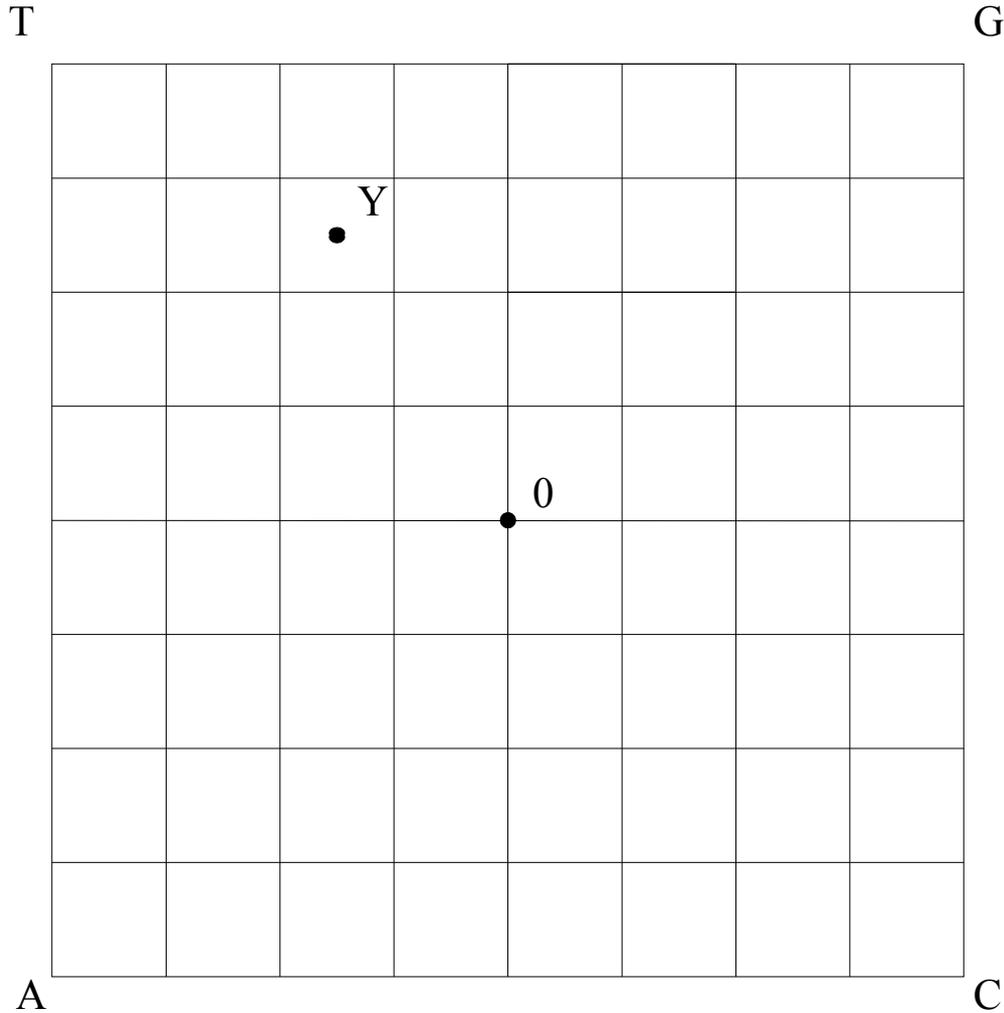
La séquence est  
**GT**

# Quelle est la séquence associée au point X?

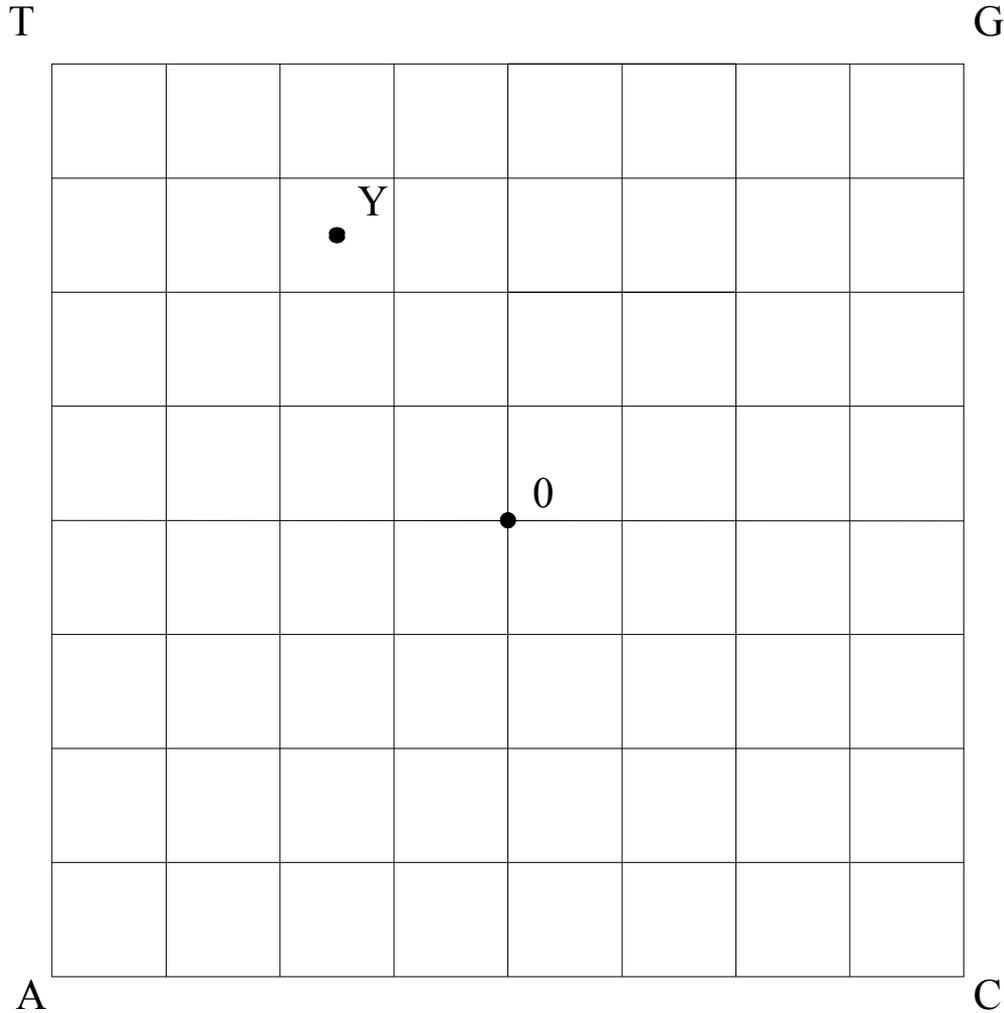


La séquence est  
**GT**

# Quelle est la séquence associée au point Y?

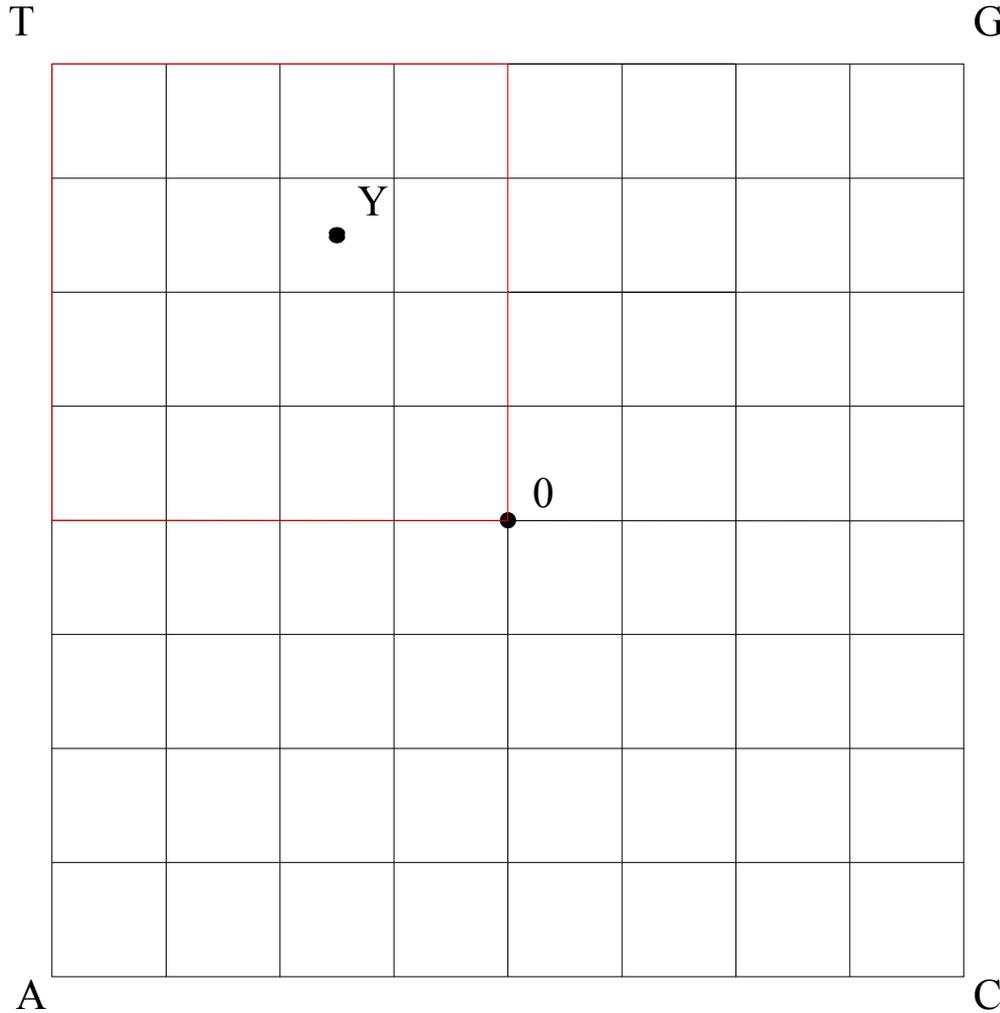


# Quelle est la séquence associée au point Y?



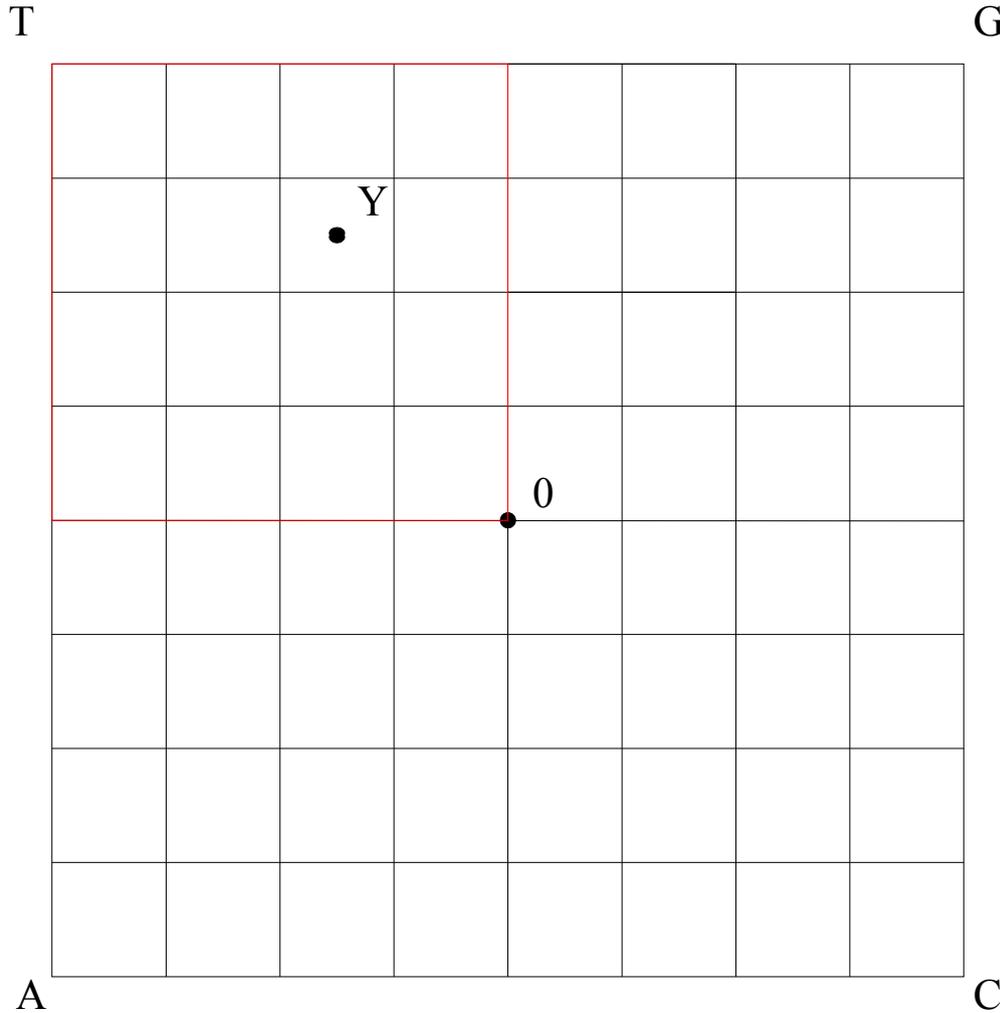
La séquence est

# Quelle est la séquence associée au point Y?



La séquence est

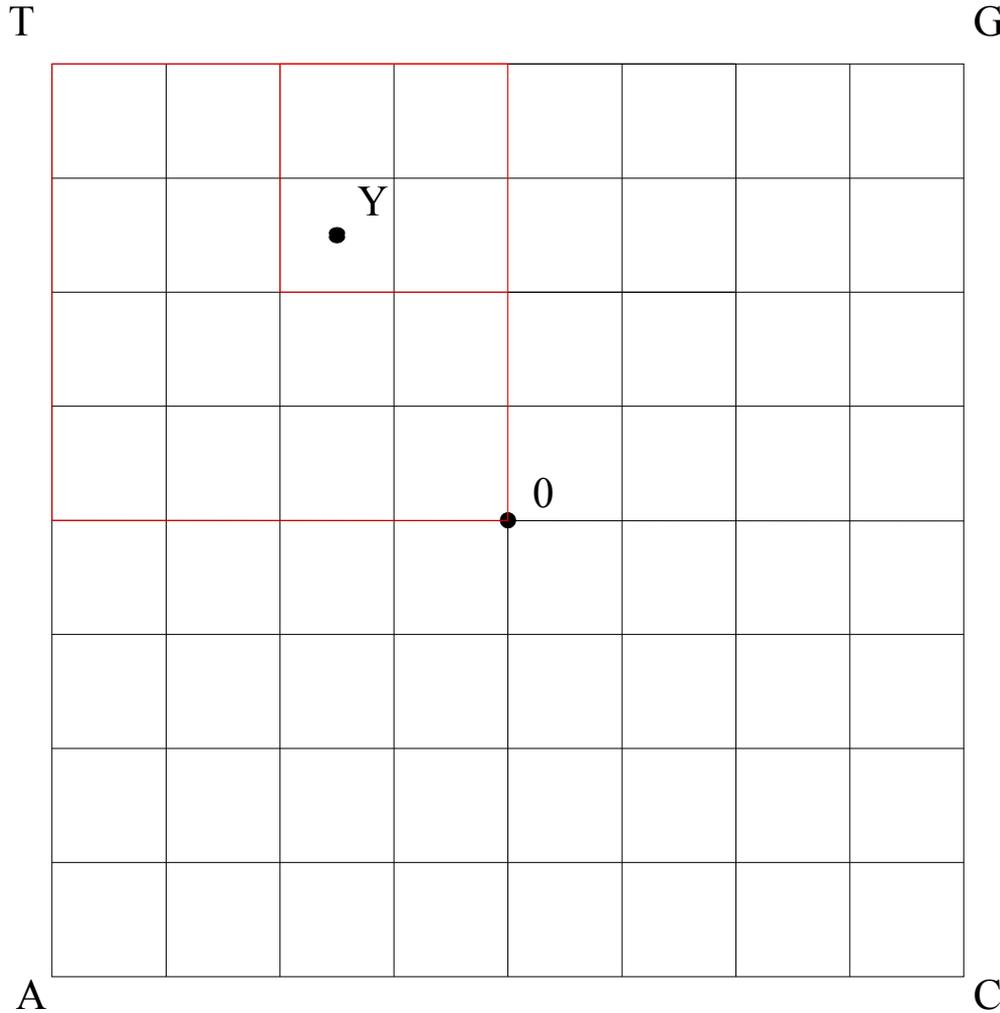
# Quelle est la séquence associée au point Y?



La séquence est

**T**

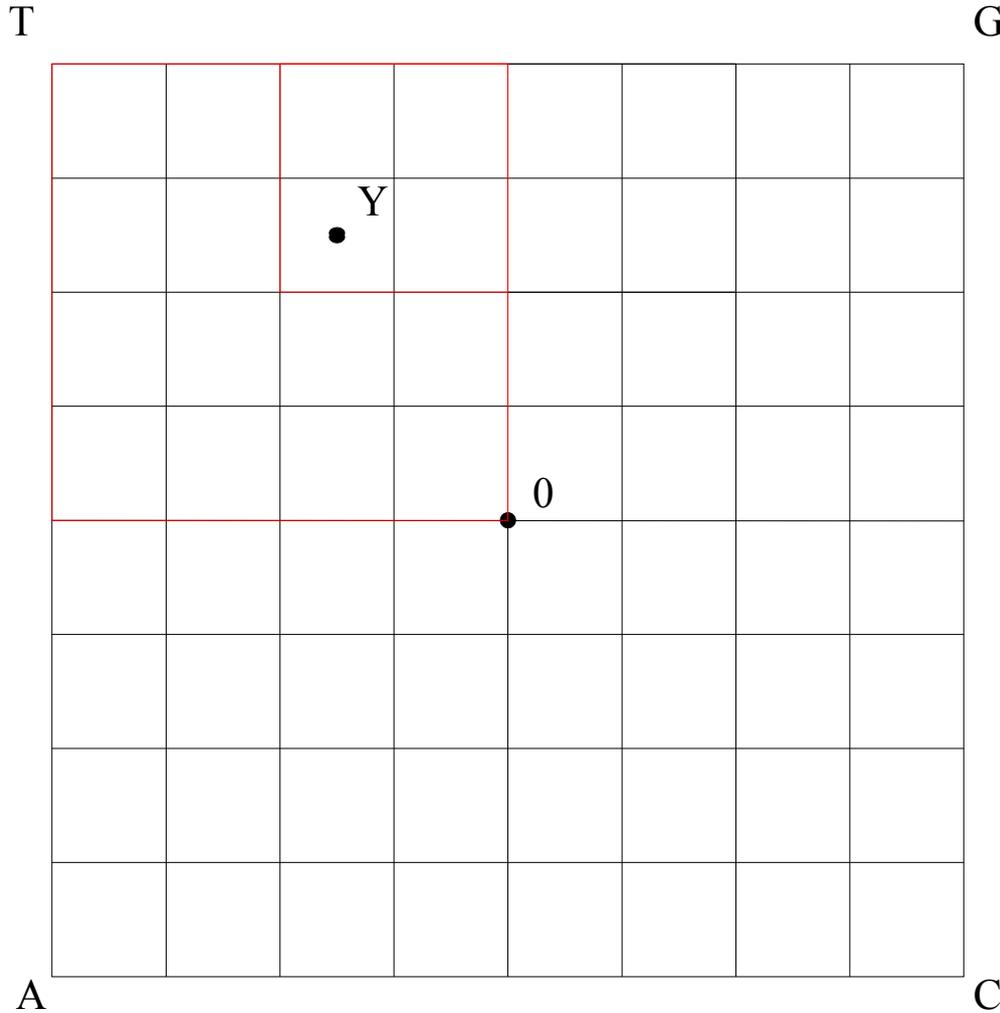
# Quelle est la séquence associée au point Y?



La séquence est

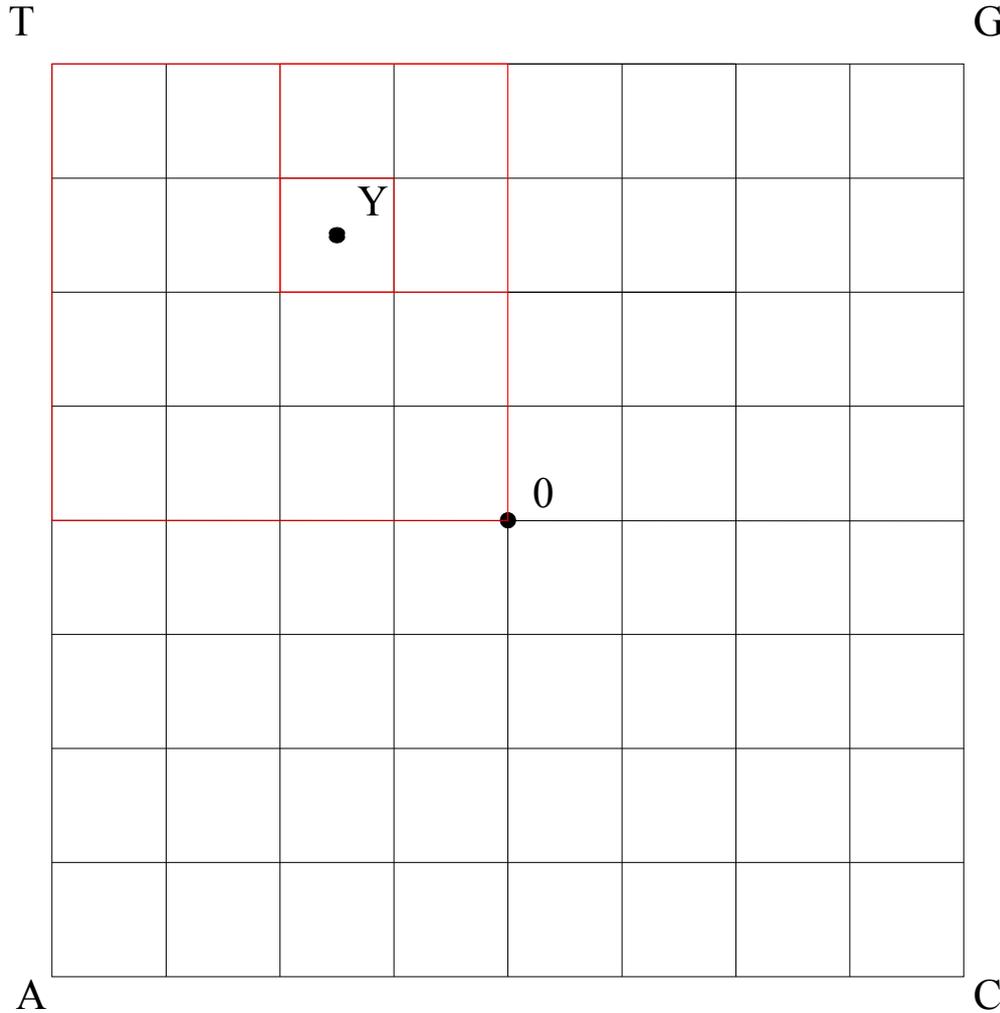
**T**

# Quelle est la séquence associée au point Y?



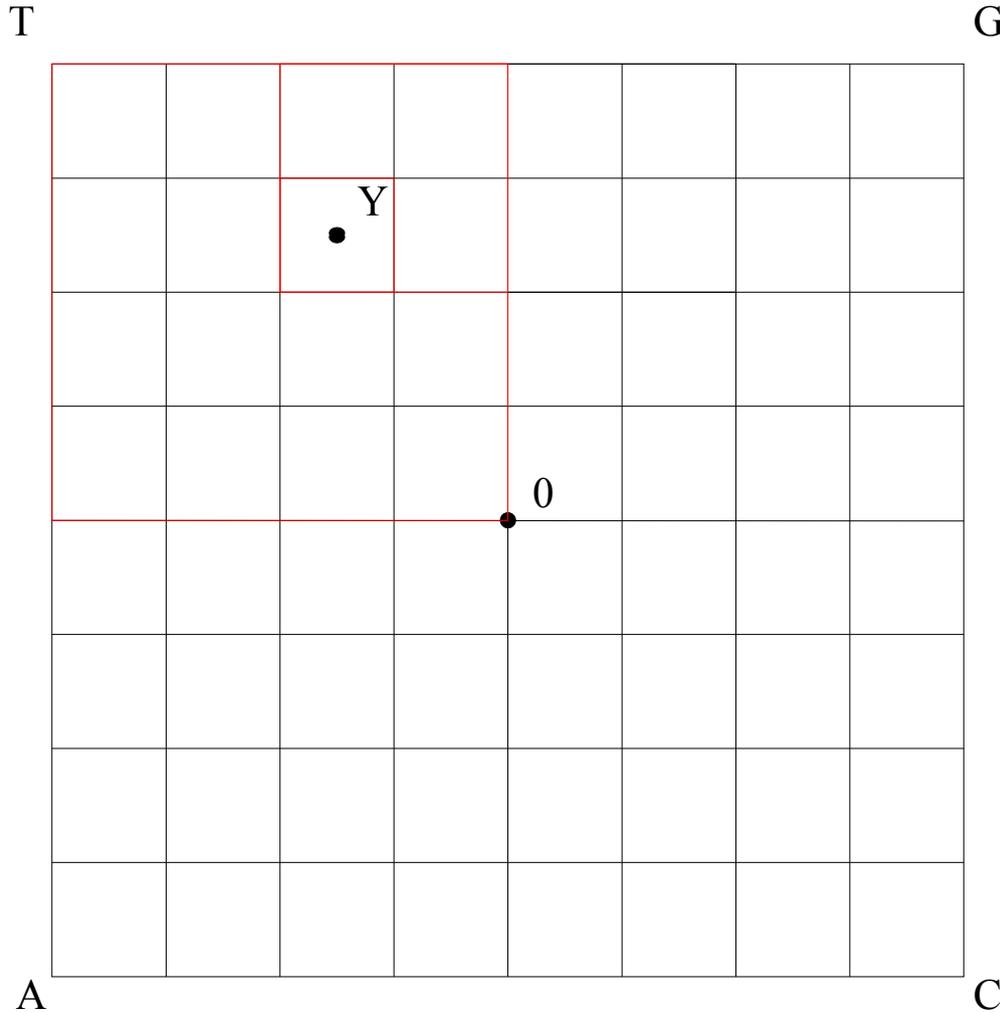
La séquence est  
**GT**

# Quelle est la séquence associée au point Y?



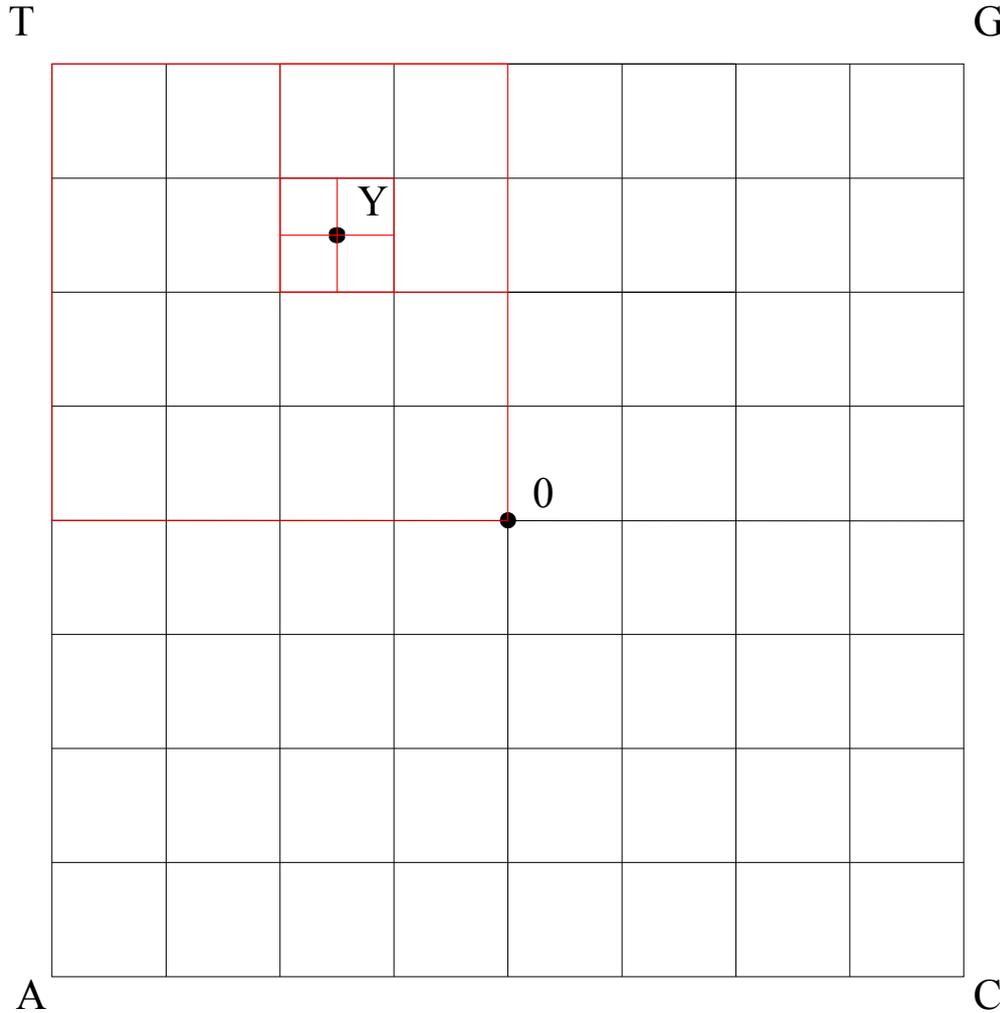
La séquence est  
**GT**

# Quelle est la séquence associée au point Y?



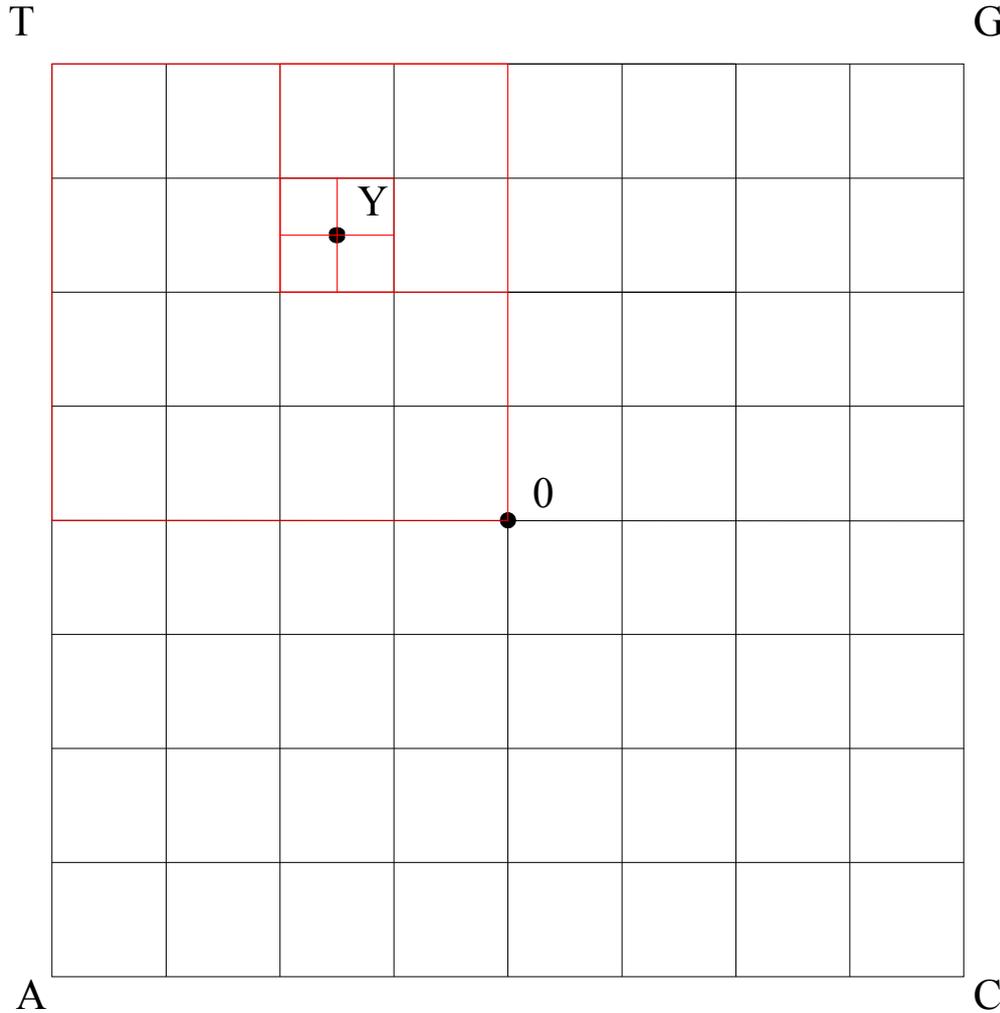
La séquence est  
**AGT**

# Quelle est la séquence associée au point Y?



La séquence est  
**AGT**

# Quelle est la séquence associée au point Y?



La séquence est  
**AGT**

**3- Si je prend un point au centre d'un petit carré du carré 1, combien de lettres composent ma séquence d'ADN?**

**3- Si je prend un point au centre d'un petit carré du carré 1, combien de lettres composent ma séquence d'ADN?**

Réponse:

**3- Si je prend un point au centre d'un petit carré du carré 1, combien de lettres composent ma séquence d'ADN?**

Réponse: **2**

**3- Si je prend un point au centre d'un petit carré du carré 1, combien de lettres composent ma séquence d'ADN?**

Réponse: **2**

**Même question pour le carré 2.**

**3- Si je prend un point au centre d'un petit carré du carré 1, combien de lettres composent ma séquence d'ADN?**

Réponse: **2**

**Même question pour le carré 2.**

Réponse:

3- Si je prend un point au centre d'un petit carré du carré 1, combien de lettres composent ma séquence d'ADN?

Réponse: 2

Même question pour le carré 2.

Réponse: 3

**3- Si je prend un point à l'intérieur d'un petit carré du carré 1, que puis-je dire sur la longueur de la séquence d'ADN associée?**

**3- Si je prend un point à l'intérieur d'un petit carré du carré 1, que puis-je dire sur la longueur de la séquence d'ADN associée?**

Réponse:

3- Si je prend un point à l'intérieur d'un petit carré du carré 1, que puis-je dire sur la longueur de la séquence d'ADN associée?

Réponse: Elle est de longueur minimum 2

**3- Si je prend un point à l'intérieur d'un petit carré du carré 1, que puis-je dire sur la longueur de la séquence d'ADN associée?**

Réponse: Elle est de longueur minimum **2**

**Même question pour le carré 2.**

3- Si je prend un point à l'intérieur d'un petit carré du carré 1, que puis-je dire sur la longueur de la séquence d'ADN associée?

Réponse: Elle est de longueur minimum 2

Même question pour le carré 2.

Réponse:

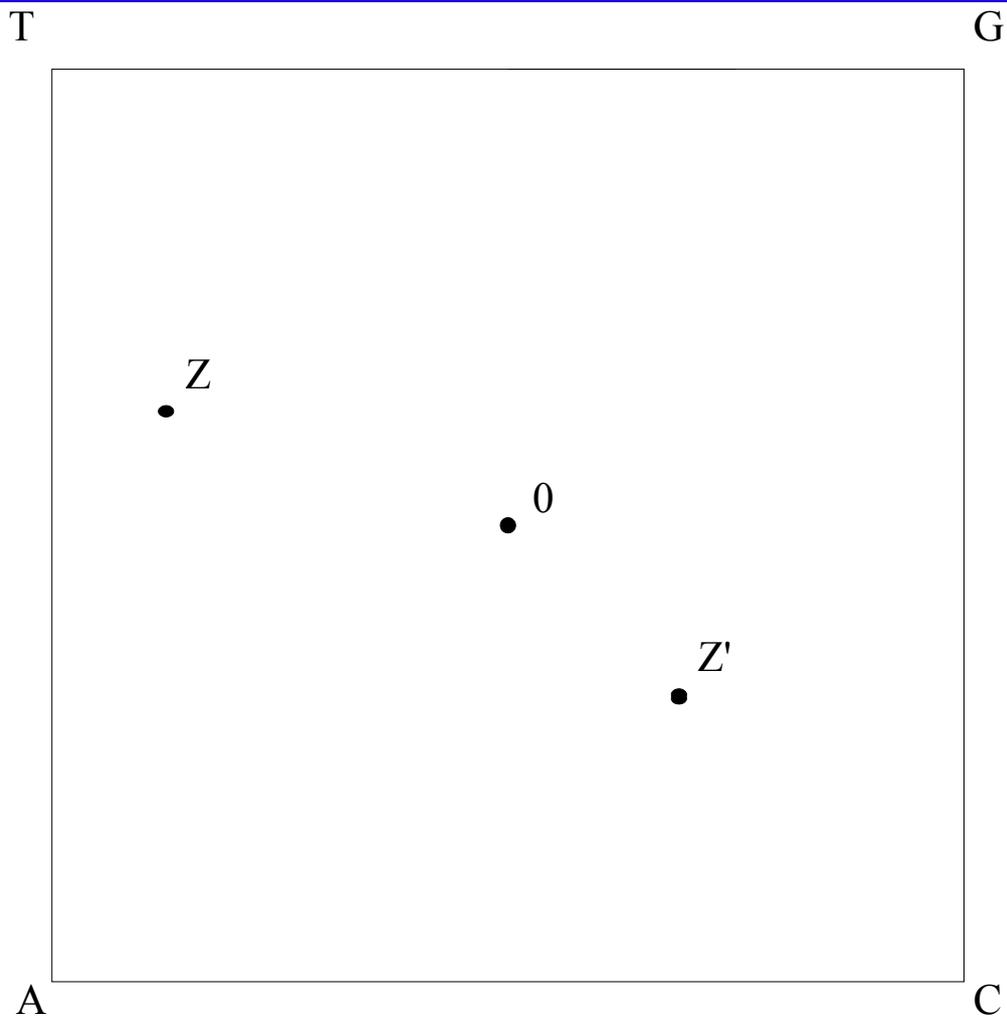
3- Si je prend un point à l'intérieur d'un petit carré du carré 1, que puis-je dire sur la longueur de la séquence d'ADN associée?

Réponse: Elle est de longueur minimum 2

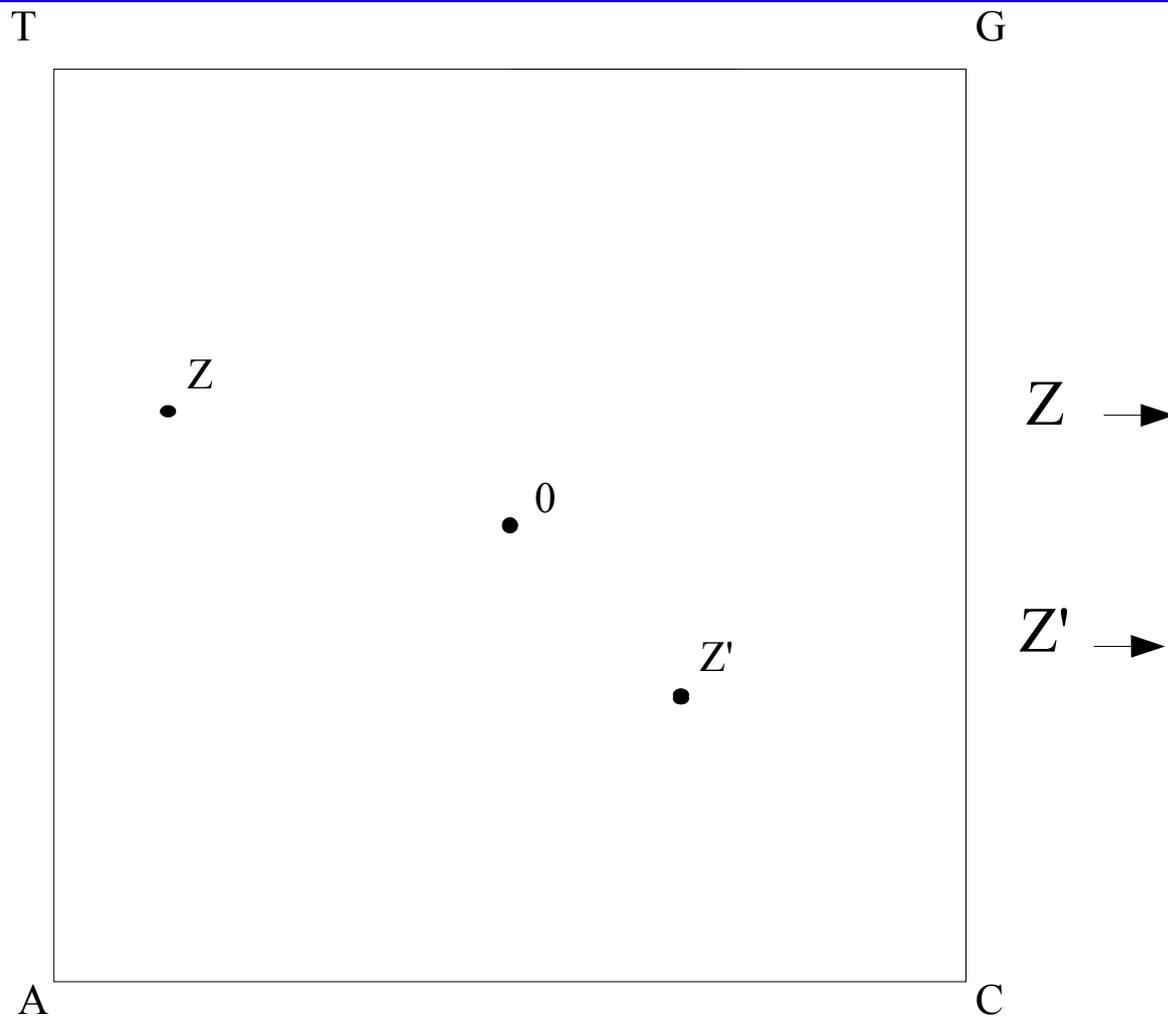
Même question pour le carré 2.

Réponse: Elle est de longueur minimum 3

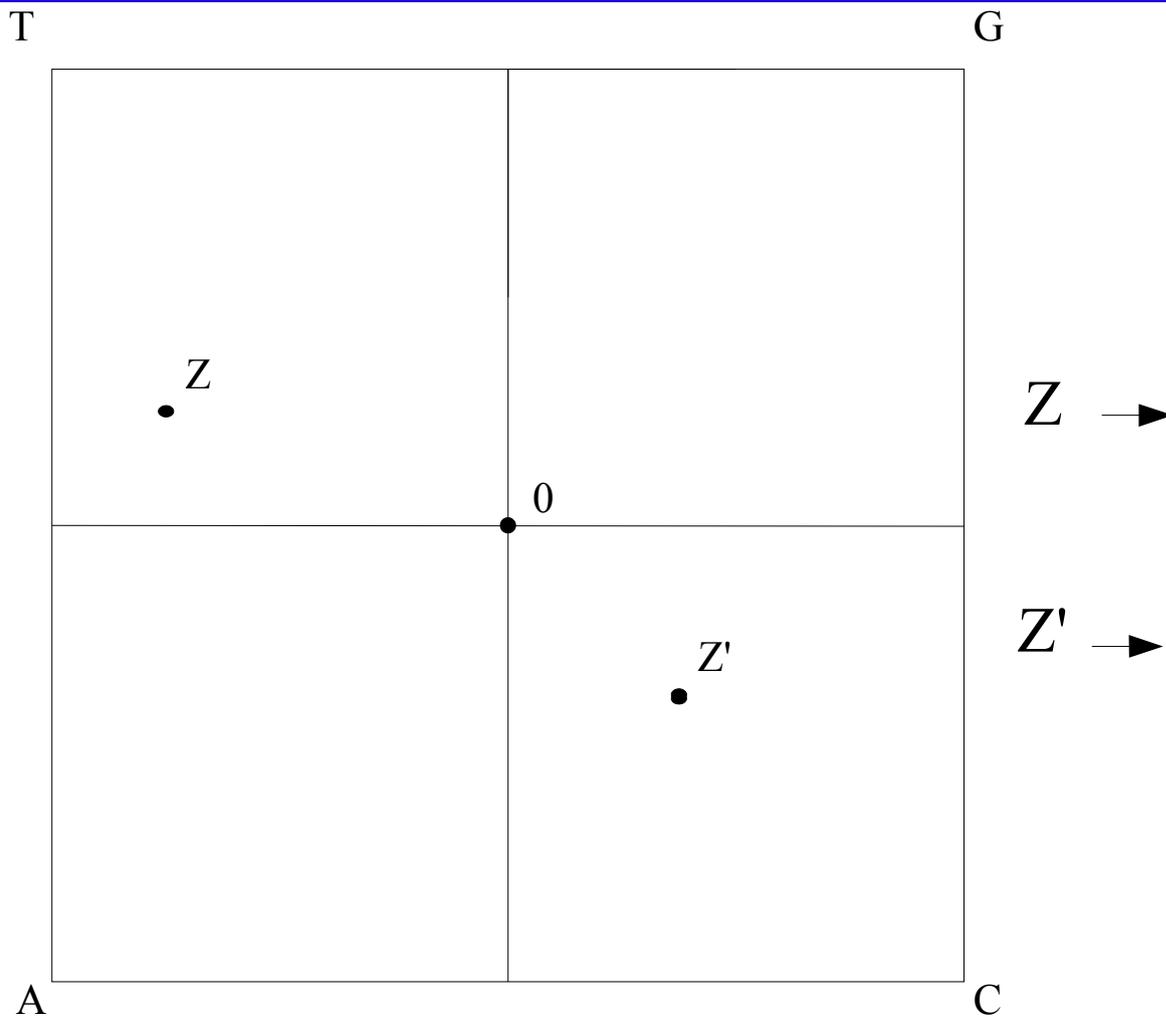
Quelles sont les séquences associées aux points  $Z$  et  $Z'$ ?



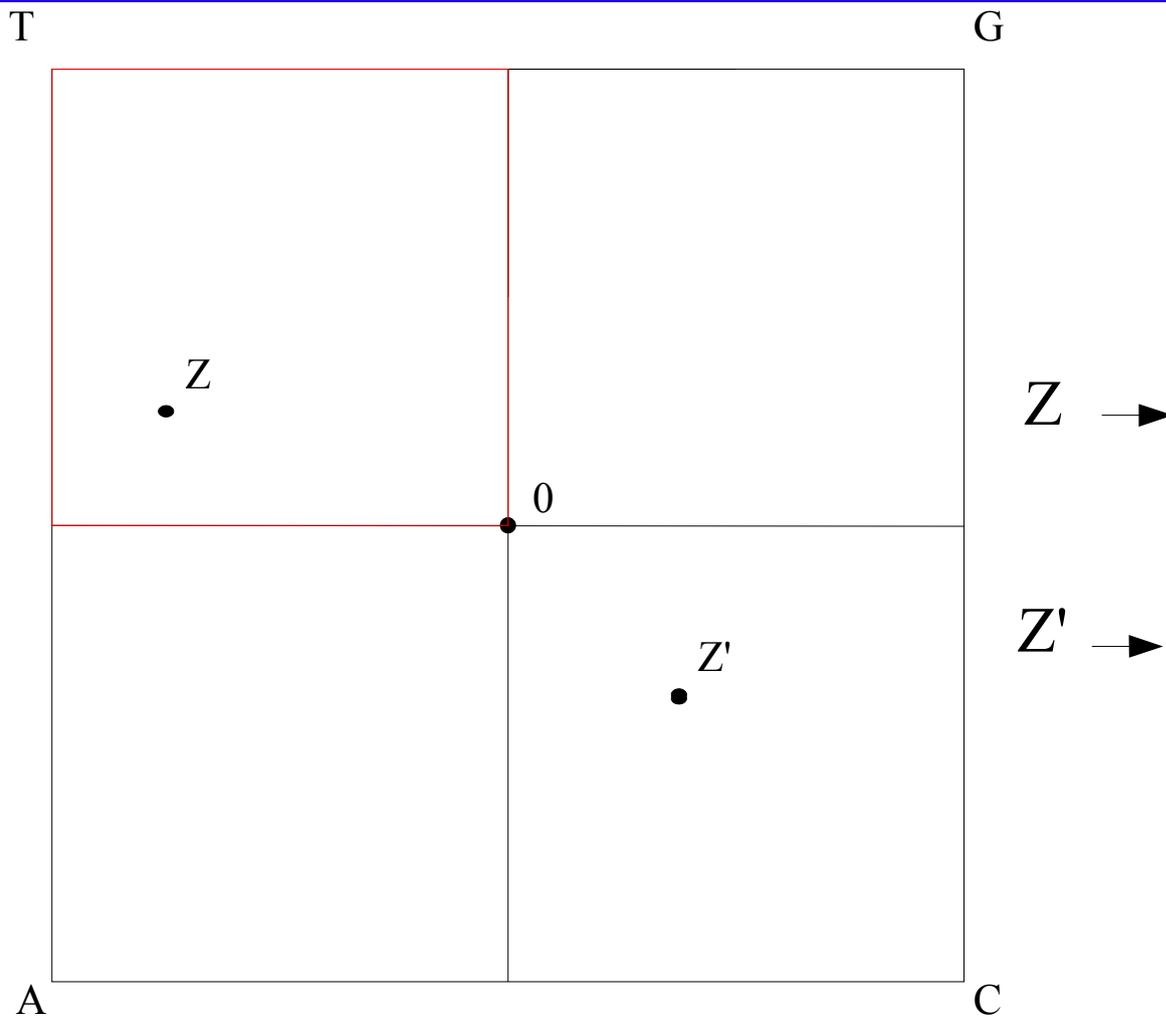
# Quelles sont les séquences associées aux points $Z$ et $Z'$ ?



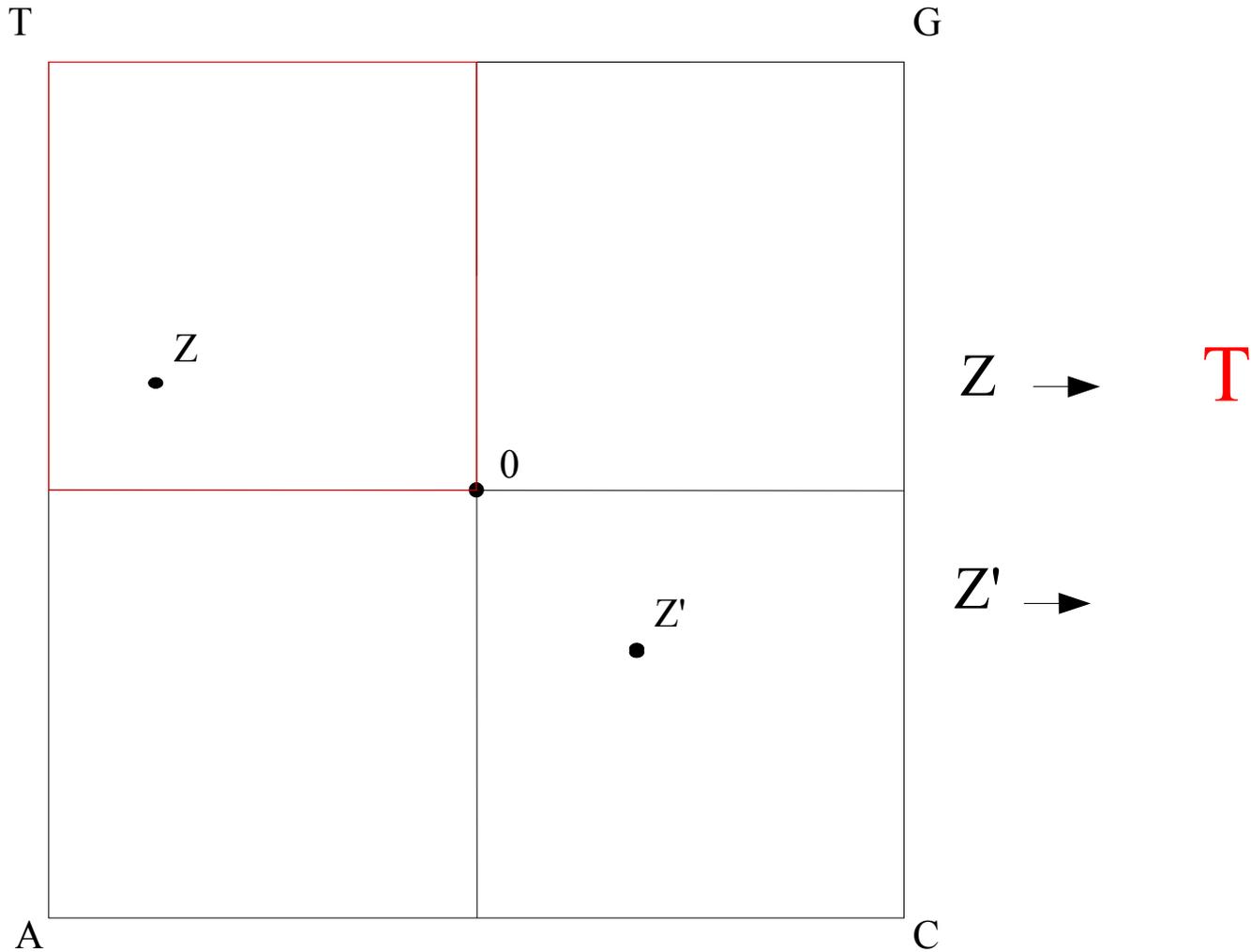
# Quelles sont les séquences associées aux points $Z$ et $Z'$ ?



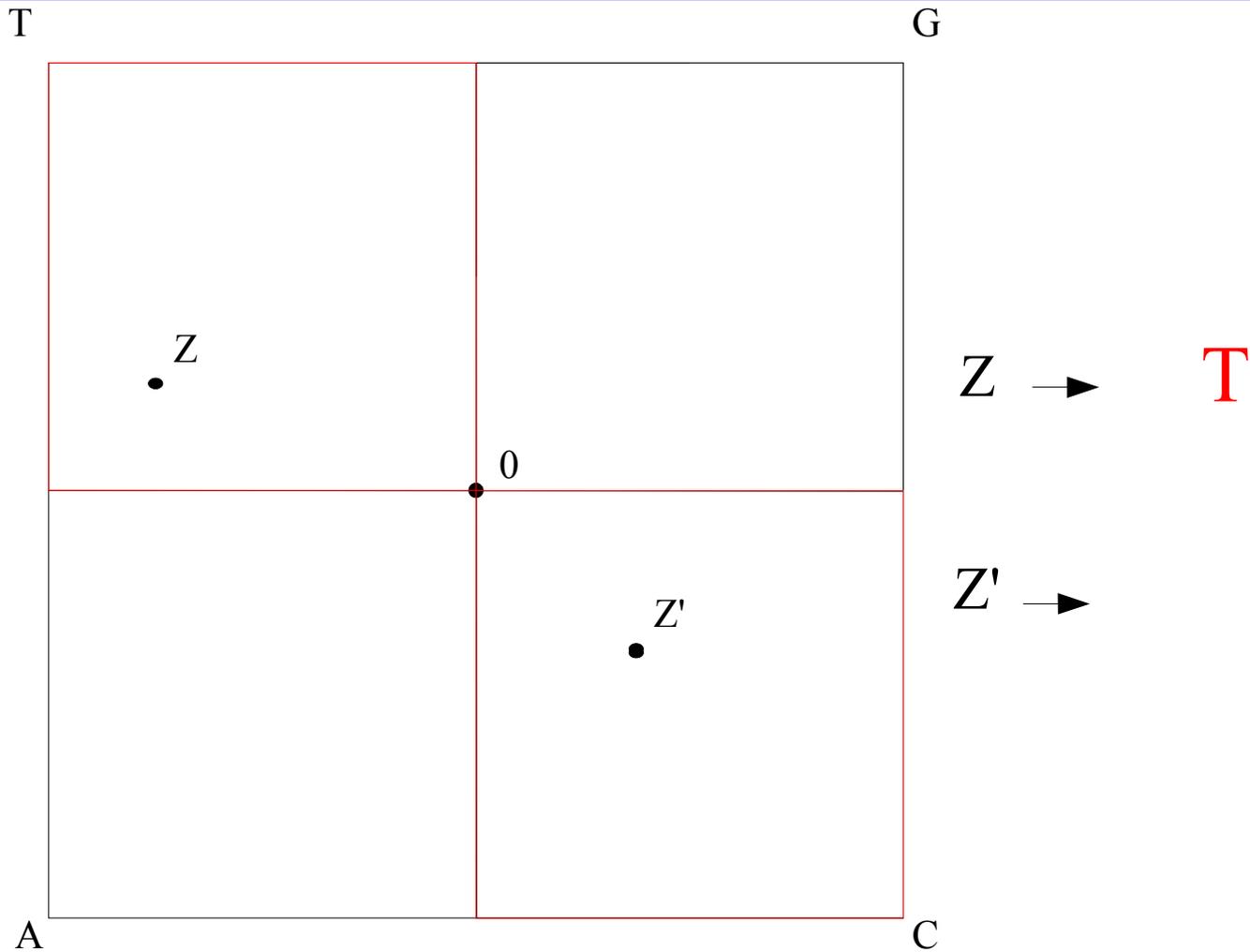
# Quelles sont les séquences associées aux points $Z$ et $Z'$ ?



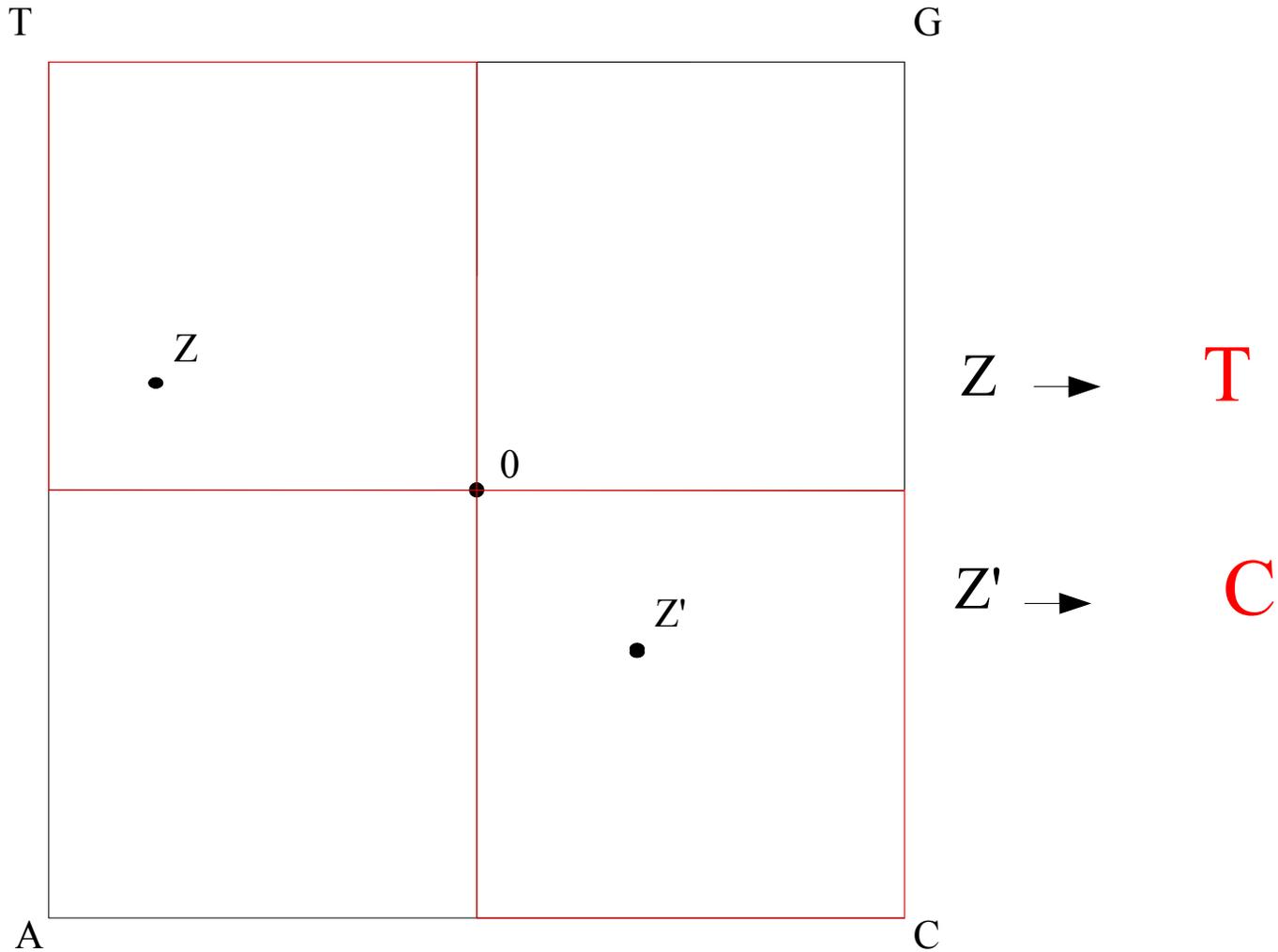
# Quelles sont les séquences associées aux points $Z$ et $Z'$ ?



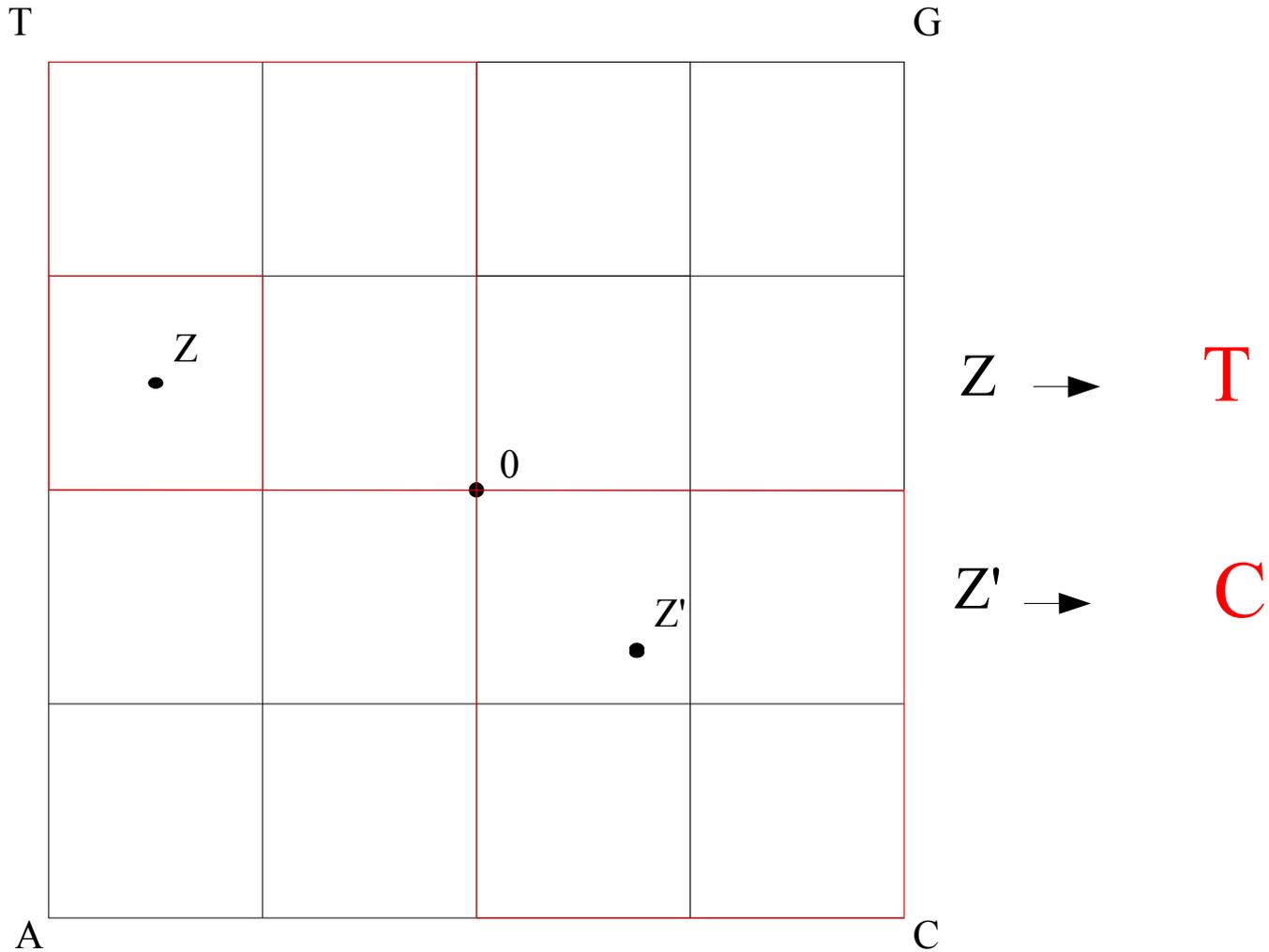
# Quelles sont les séquences associées aux points $Z$ et $Z'$ ?



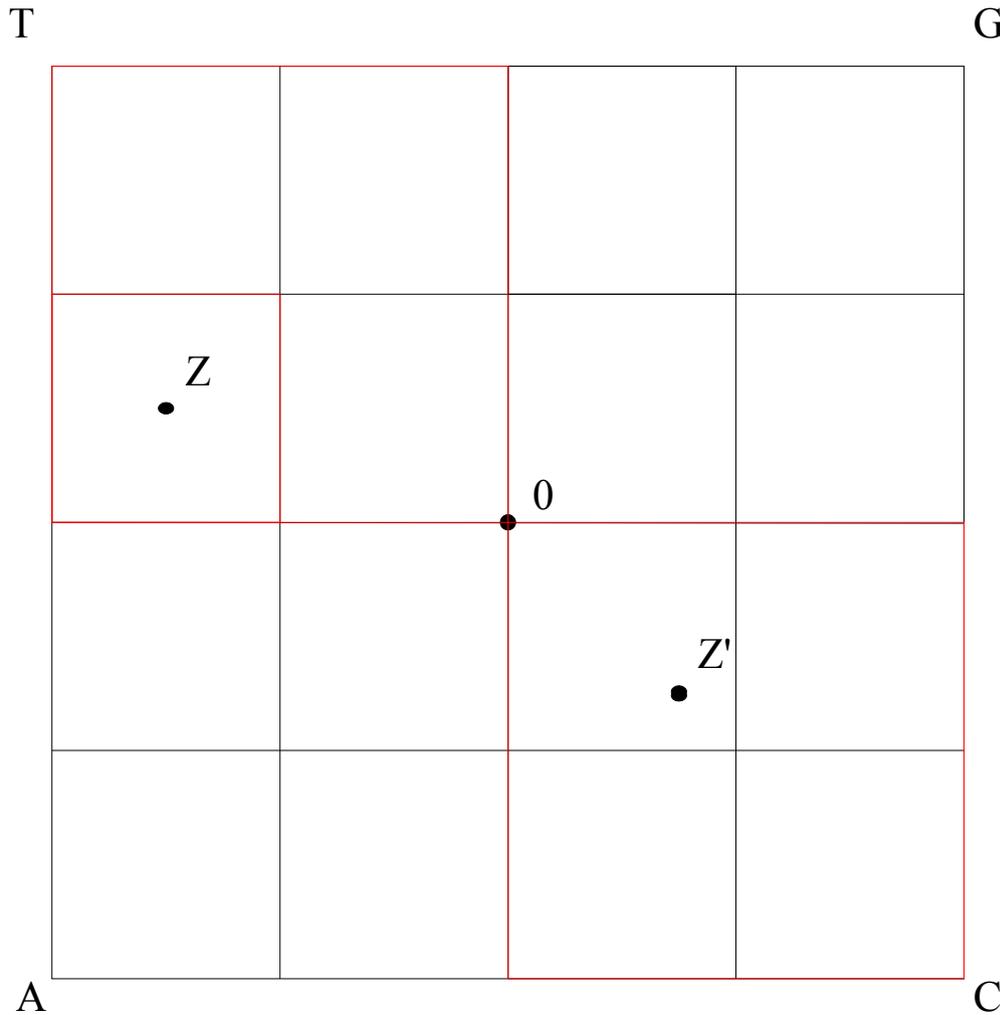
# Quelles sont les séquences associées aux points $Z$ et $Z'$ ?



# Quelles sont les séquences associées aux points $Z$ et $Z'$ ?



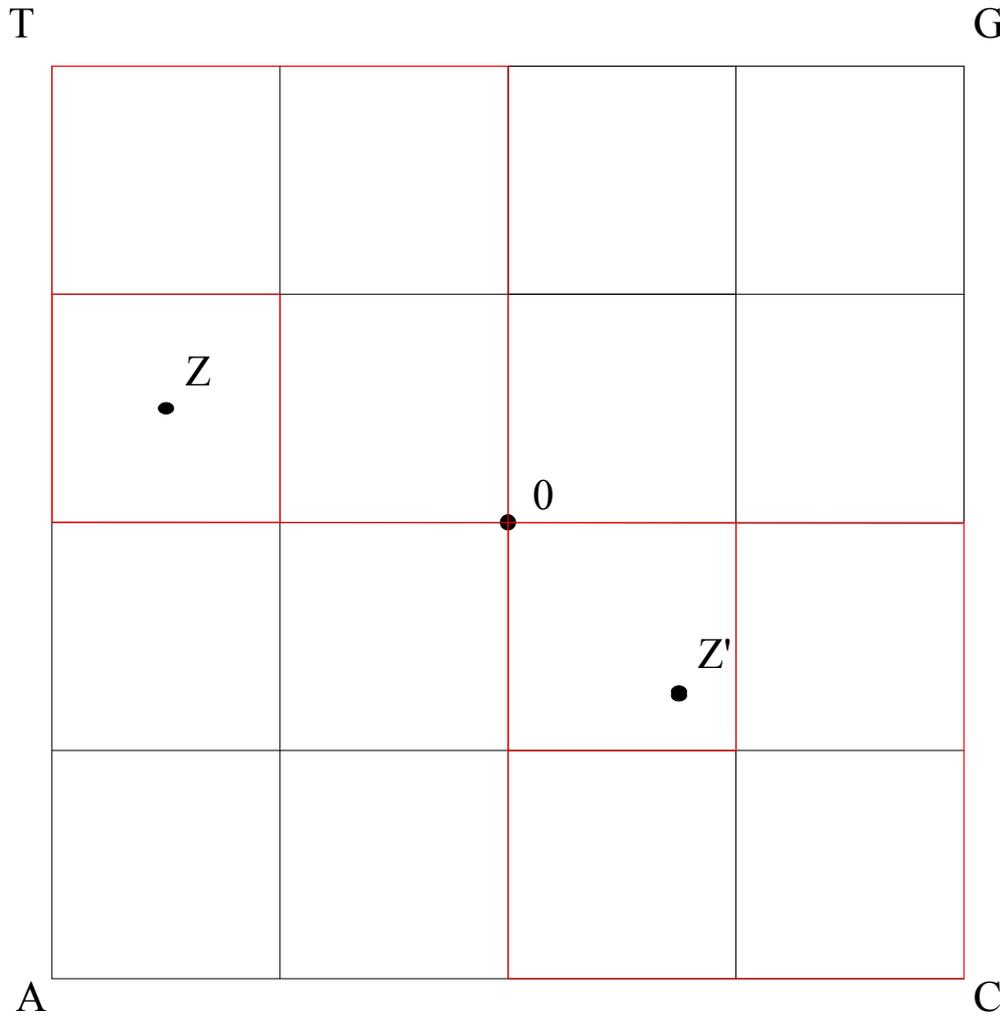
# Quelles sont les séquences associées aux points $Z$ et $Z'$ ?



$Z \rightarrow AT$

$Z' \rightarrow C$

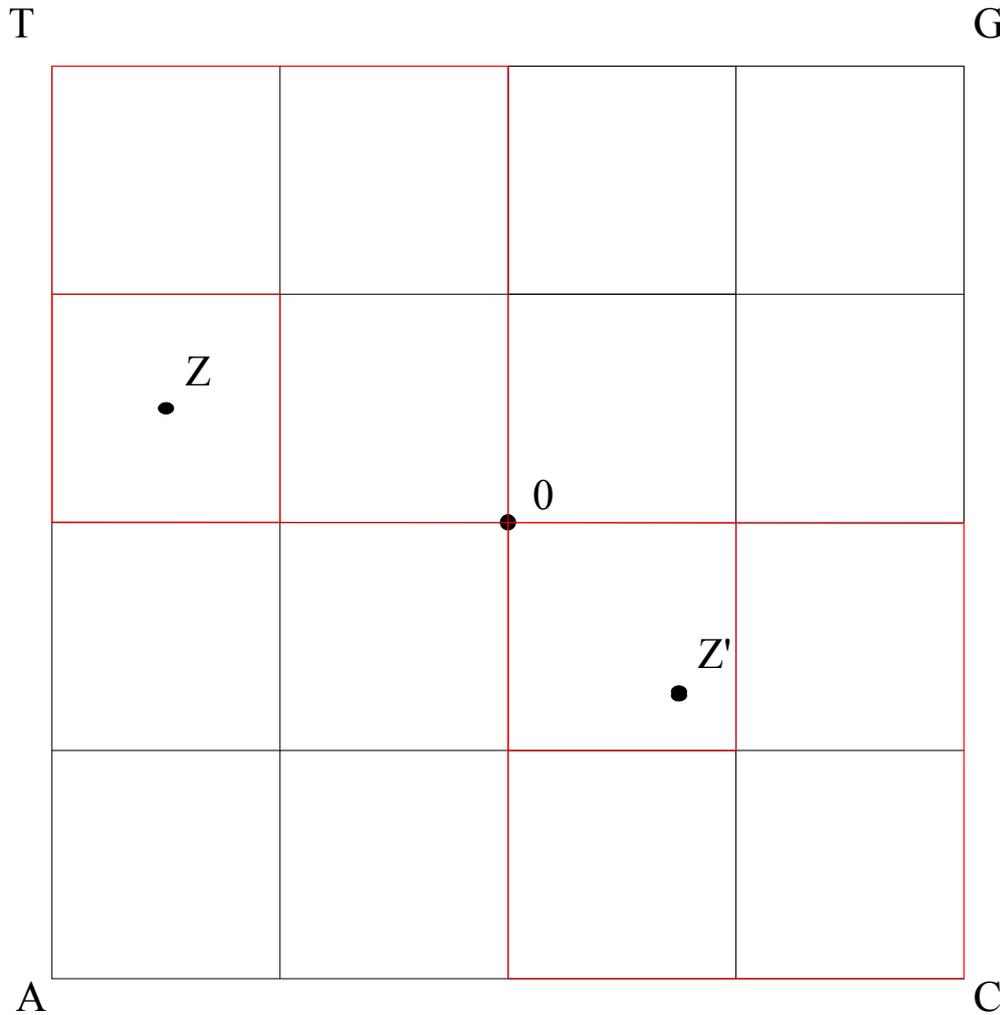
# Quelles sont les séquences associées aux points $Z$ et $Z'$ ?



$Z \rightarrow AT$

$Z' \rightarrow C$

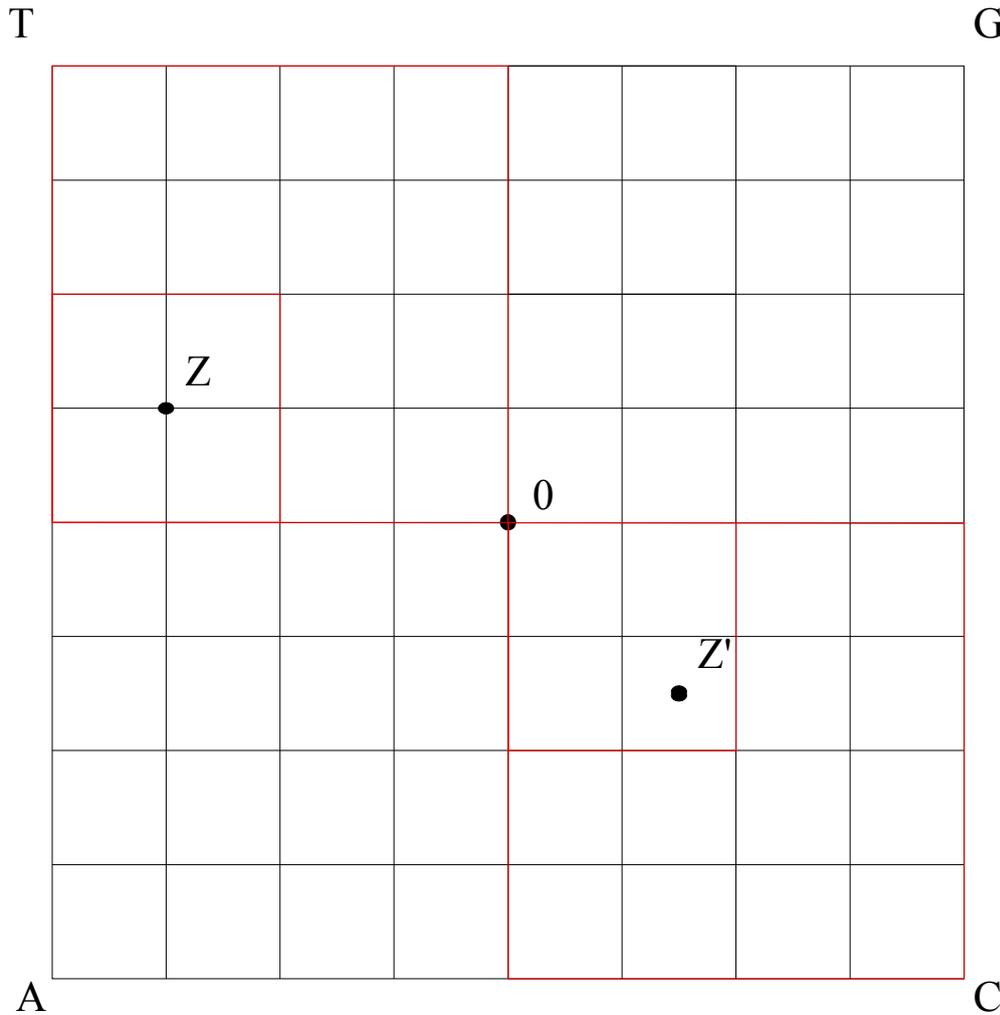
# Quelles sont les séquences associées aux points $Z$ et $Z'$ ?



$Z \rightarrow AT$

$Z' \rightarrow TC$

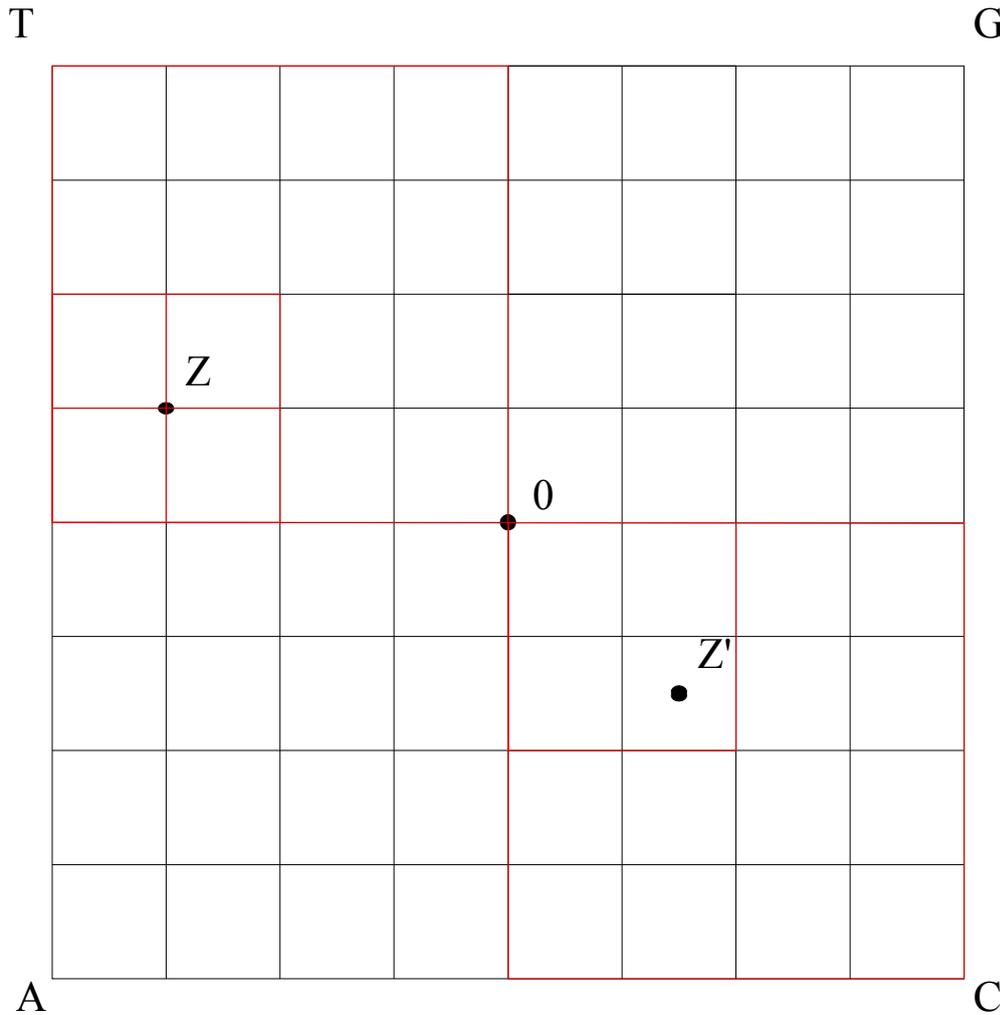
# Quelles sont les séquences associées aux points $Z$ et $Z'$ ?



$Z \rightarrow AT$

$Z' \rightarrow TC$

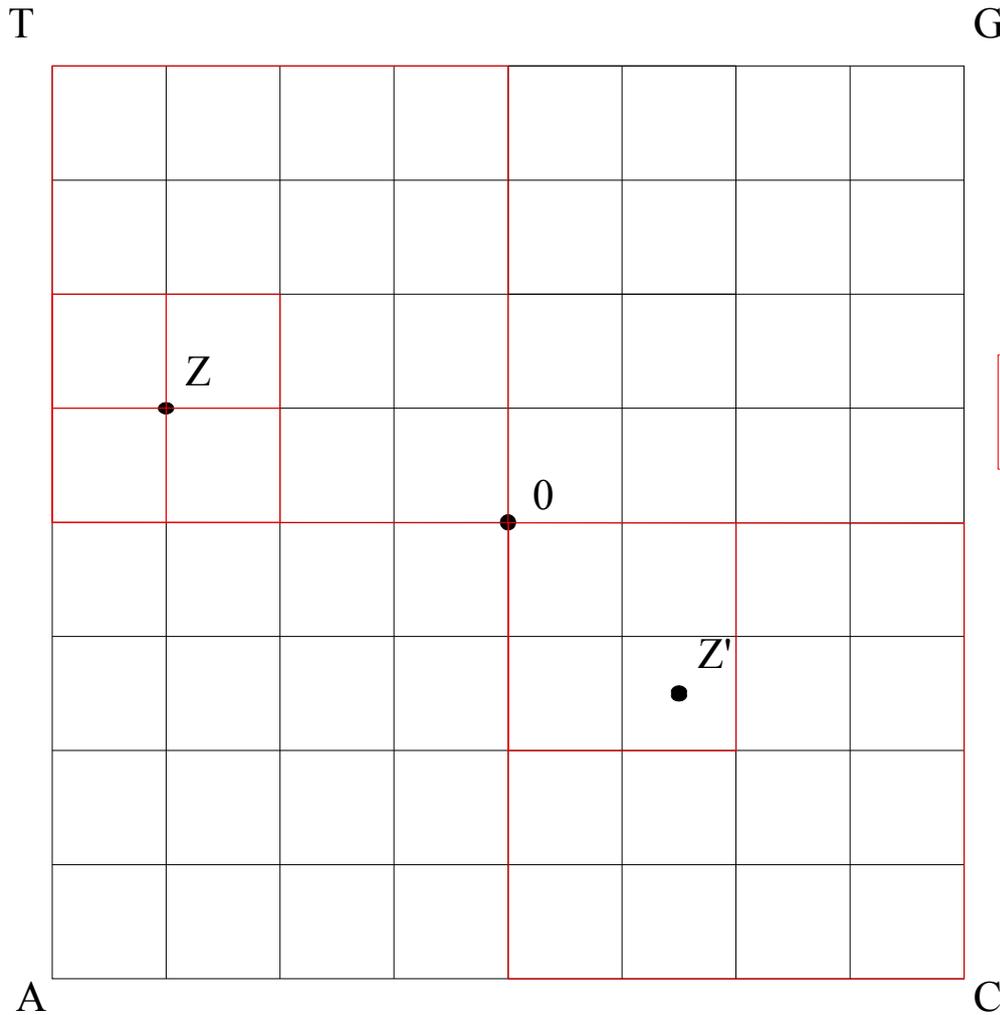
# Quelles sont les séquences associées aux points $Z$ et $Z'$ ?



$Z \rightarrow AT$

$Z' \rightarrow TC$

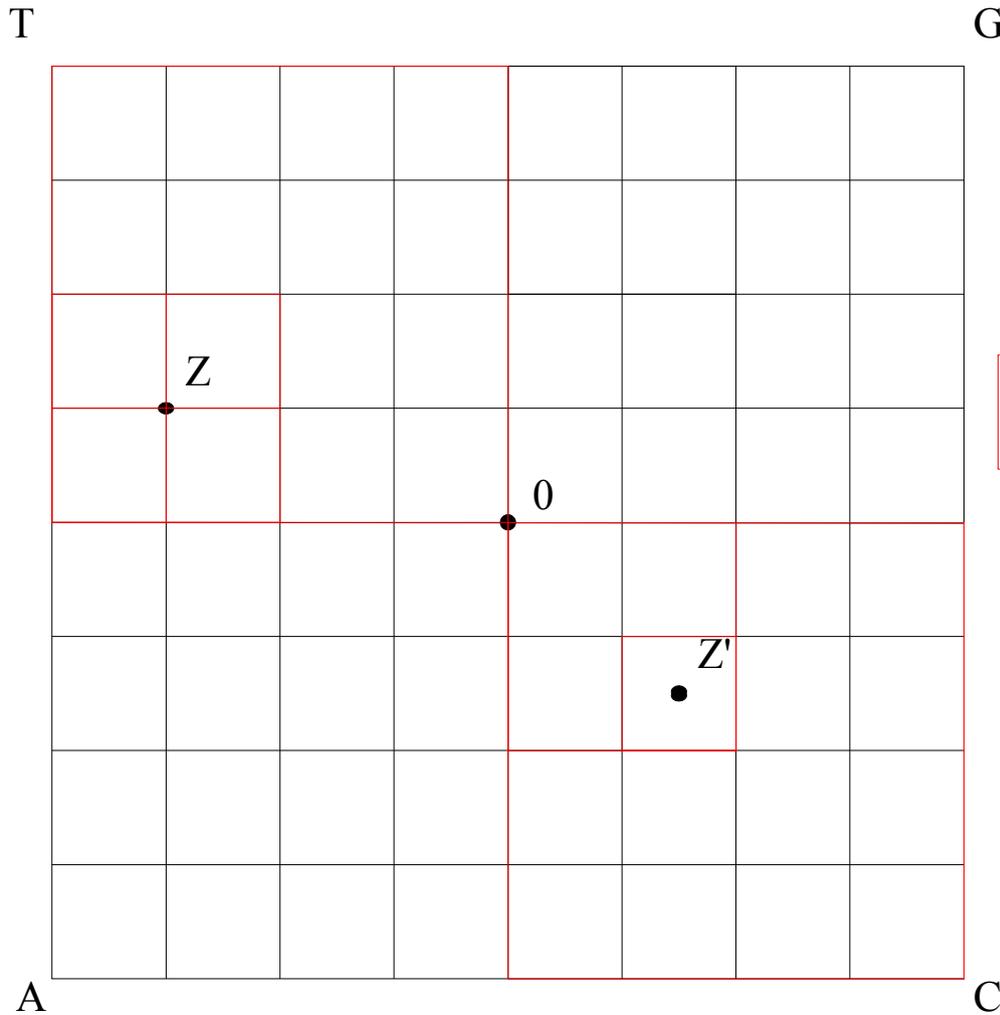
# Quelles sont les séquences associées aux points $Z$ et $Z'$ ?



$Z \rightarrow AT$

$Z' \rightarrow TC$

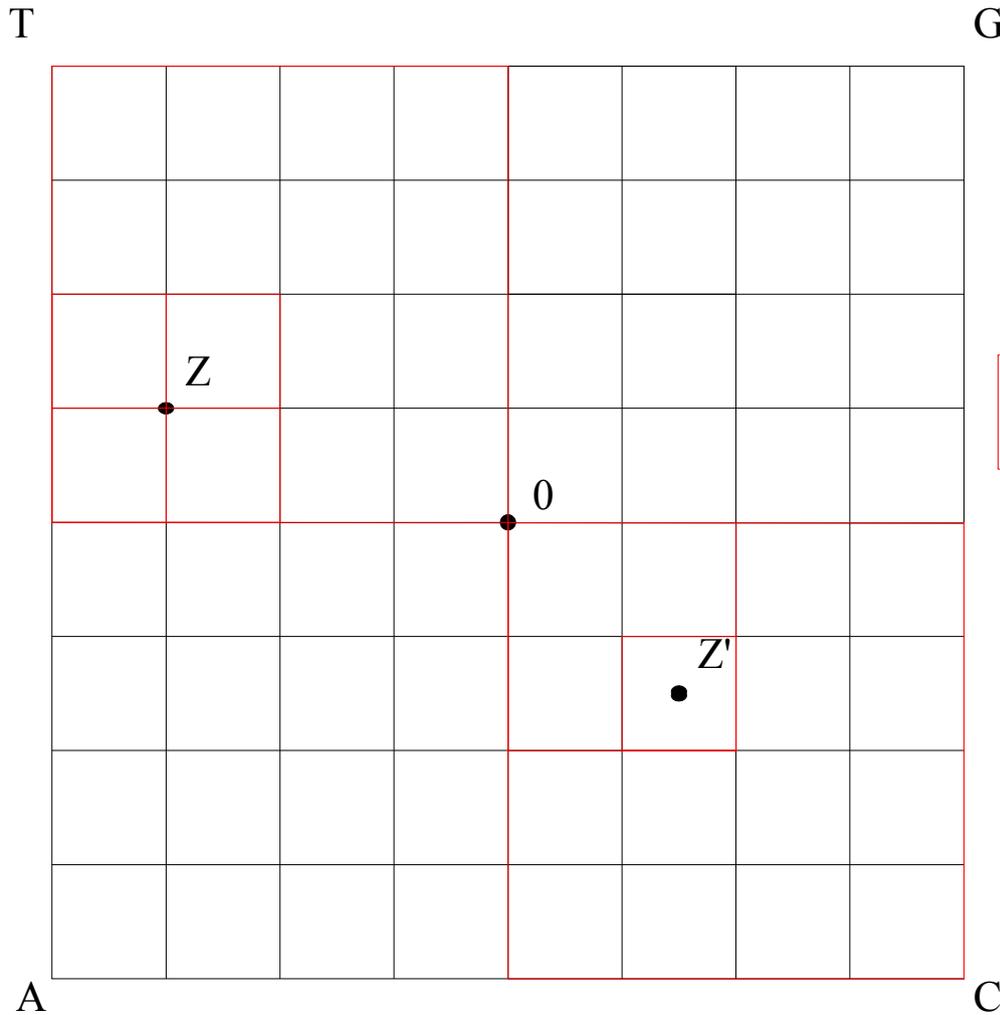
# Quelles sont les séquences associées aux points $Z$ et $Z'$ ?



$Z \rightarrow AT$

$Z' \rightarrow TC$

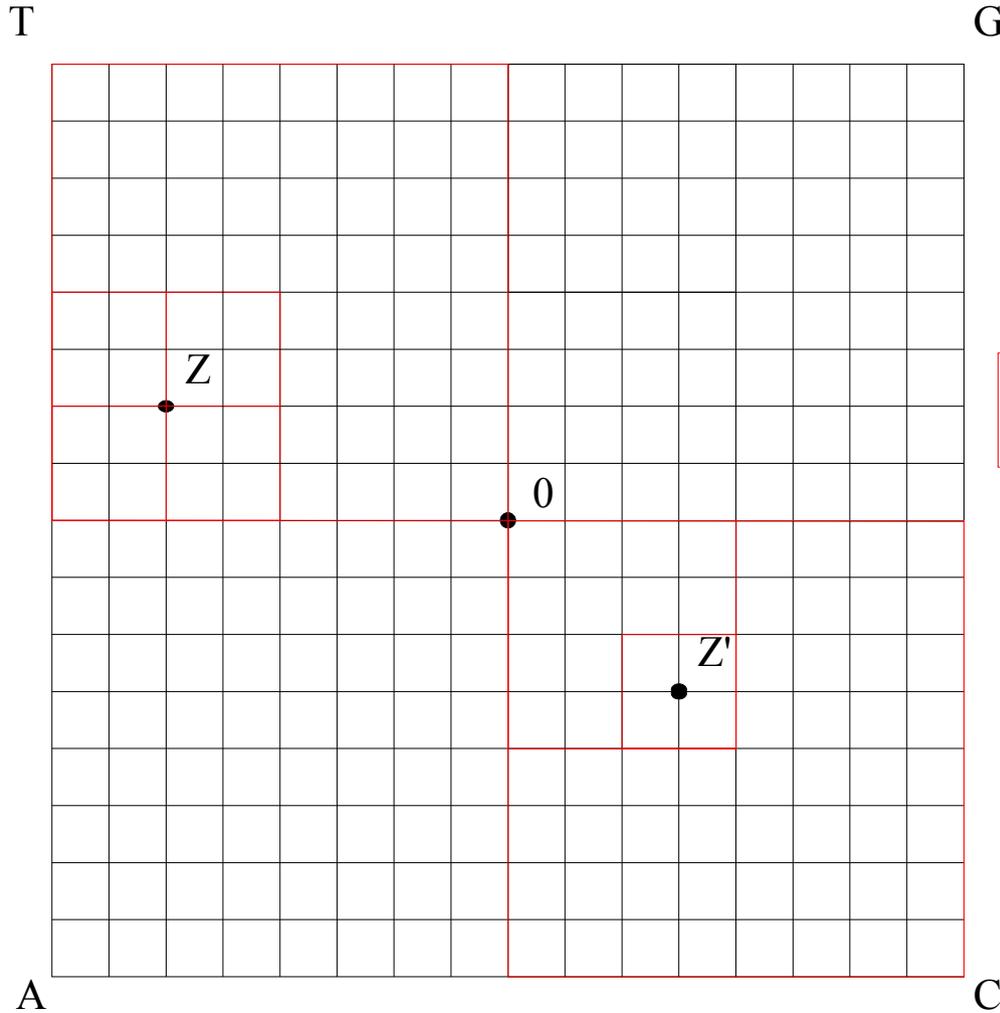
# Quelles sont les séquences associées aux points Z et Z'?



Z → AT

Z' → CTC

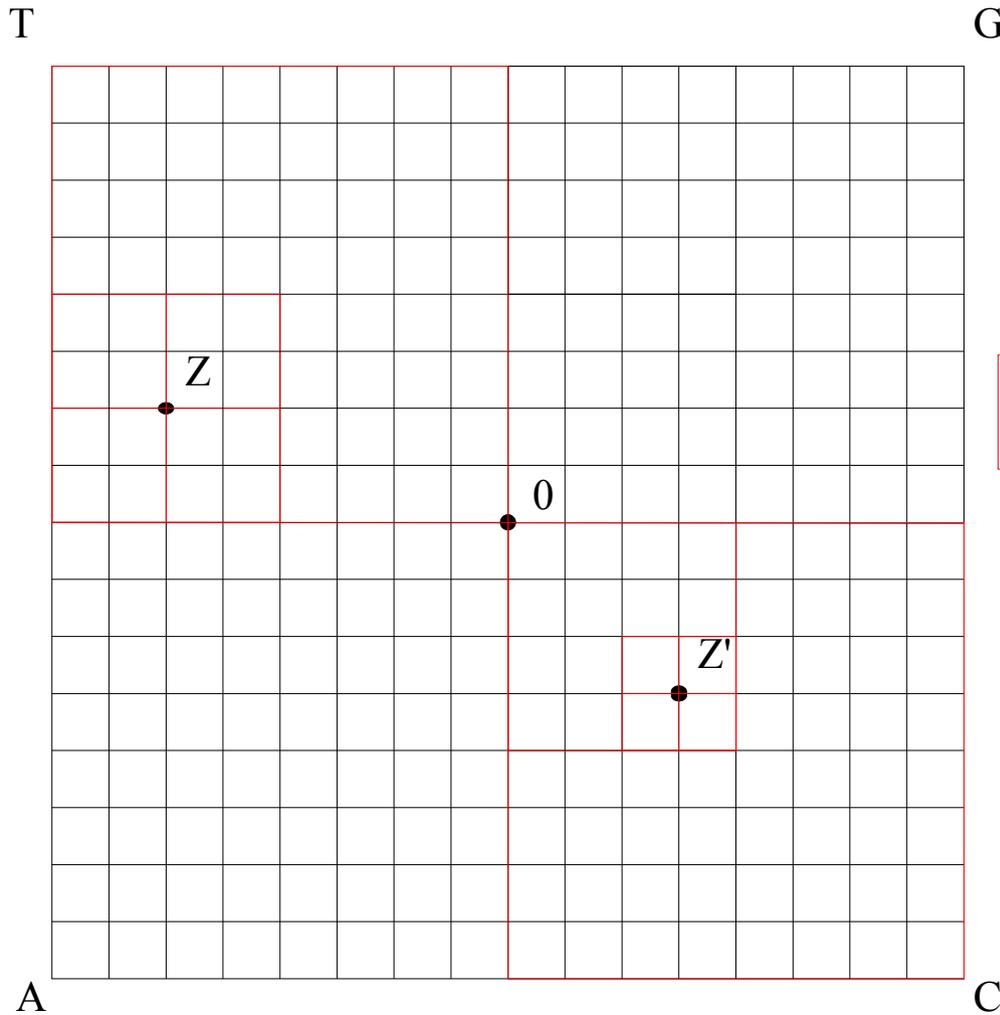
# Quelles sont les séquences associées aux points $Z$ et $Z'$ ?



$Z \rightarrow AT$

$Z' \rightarrow CTC$

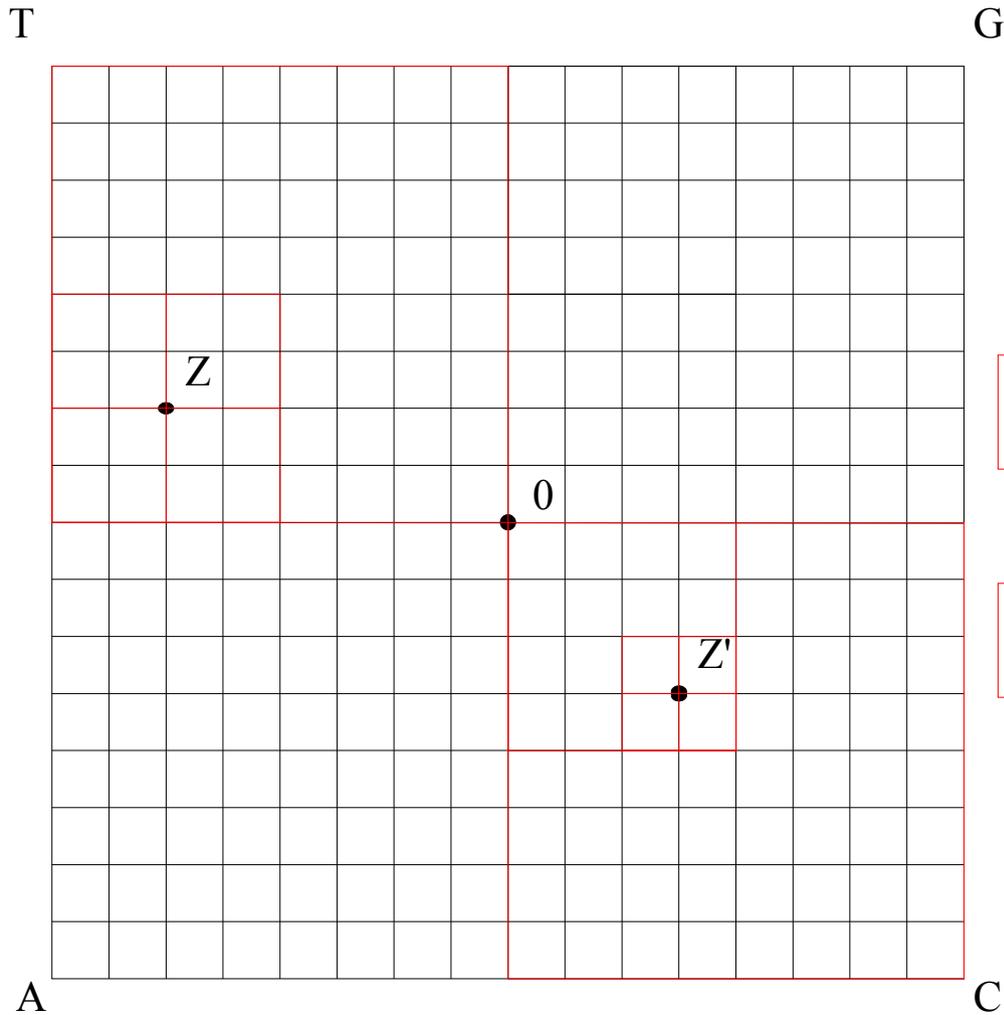
# Quelles sont les séquences associées aux points $Z$ et $Z'$ ?



$Z \rightarrow AT$

$Z' \rightarrow CTC$

# Quelles sont les séquences associées aux points $Z$ et $Z'$ ?



$Z \rightarrow AT$

$Z' \rightarrow CTC$

