

---

## Exercice 1 – Produit matriciel parallèle

Nous souhaitons compléter notre classe `MatriceEntiere` de manière à pouvoir paralléliser le produit de matrices. Dans un produit de matrices, chaque élément de la matrice résultat est calculé en effectuant le produit d'une ligne de la première matrice par une colonne de la seconde matrice. Les deux matrices de données ne sont accédées qu'en lecture, il n'y a donc pas de risque d'interférence entre les différents calculs et on peut faire calculer chaque élément de la matrice résultat par un thread différent.

### Question 1

Complétez la classe `MatriceEntiere` en lui ajoutant les méthodes suivantes :

- deux accesseurs `getNbLignes()` et `getNbColonnes()`, qui renvoient le nombre de lignes (resp. de colonnes) de la matrice ;
- une méthode *statique*  
`produitLigneColonne(MatriceEntiere m1, int i, MatriceEntiere m2, int j)`  
qui renvoie l'entier résultat du produit de la ligne `i` de `m1` par la colonne `j` de `m2`. Cette méthode devra lever une exception `TaillesNonConcordantesException` si les dimensions des deux matrices ne permettent pas de réaliser l'opération.

### Question 2

Écrivez une classe `CalculElem` qui implémente l'interface `Runnable` (ou qui est définie comme une sous-classe de `Thread`). La méthode `run()` de cette classe doit écrire en position `(i, j)` d'une matrice `m` le résultat du produit de la ligne `i` d'une matrice `m1` par la colonne `j` d'une matrice `m2`.

### Question 3

Écrivez une classe `TestProduitParallele` qui calcule une matrice `m`, résultat du produit d'une matrice `m1` par une matrice `m2`, en utilisant un thread différent pour calculer chacun des éléments de `m`.