

NOM :

PRÉNOM :

Dans toutes les questions, vous n'utiliserez que les primitives Scheme qui figurent dans le formulaire que vous avez sous les yeux. Vous pouvez exploiter les fonctions demandées à une question dans les suivantes même si vous n'êtes pas parvenu à les définir.

Question 1

- a) Programmez la fonction `derivee` qui renvoie la fonction dérivée d'une fonction passée en paramètre.

```
(define (derivee f)
```

- b) On considère la fonction `derivee-nieme` définie ci-dessous. A quoi voyez-vous que cette fonction *n'est pas itérative* ?

```
(define (derivee-nieme f n)
  (if (zero? n)
      f
      (derivee (derivee-nieme f (sub1 n)))))
```

- c) Sans utiliser le mot `local`, donner une version itérative de la fonction `derivee-nieme`.

```
(define (derivee-nieme f n)
```

d) Programmez en une ligne la fonction **fac** qui renvoie la factorielle d'un entier.

```
(define (fac n)
```

e) La série de Taylor d'ordre n d'une fonction f au point a est la fonction

$$x \rightarrow \sum_{k=0}^n \frac{f^{(k)}(a)}{k!} (x-a)^k .$$

Sans utiliser de récurrence, programmez à l'ordre supérieur une fonction **taylor** qui renvoie cette série de Taylor.

```
(define (taylor f a n)
```

Question 2

On veut créer une animation dans lequel un trou noir absorbe tous les astres qui passent près de lui. On travaille dans un canvas noir de taille 800×600 . Le trou noir est situé au centre du canvas. Les astres sont caractérisés par leurs coordonnées polaires (r, θ) par rapport au trou noir, la vitesse dr à laquelle ils sont attirés par celui-ci et une couleur. Le monde est une liste d'astres. A chaque top d'horloge, chacun d'entre eux avancent d'une distance dr vers le centre du canvas. Si leur distance r devient négative, on les sort du monde. De plus, à chaque top d'horloge, un nouvel astre rentre dans le champ de gravitation du trou noir et est ajouté au monde. Le monde est initialement vide.

a) Définissez le canvas, la structure astre et le monde initial.

```
(define FOND  
(define-struct astre  
(define INIT
```

b) Programmez une fonction **random-astre** qui renvoie un astre à une distance initiale de 500 du centre du canvas, un angle aléatoire (en radian), une vitesse aléatoire comprise dans l'intervalle $[5, 10]$ et une couleur aléatoire.

```
(define (random-astre)
```

c) Programmez la fonction **suivant** qui met à jour le monde.

```
(define (suivant L)
```

d) Programmez la fonction **dessiner** qui construit la scène correspondant au monde L à un moment donné. Un astre sera représenté par un cercle coloré de rayon $\frac{r}{10}$.

```
(define (dessiner L)
```

