1 Introduction

1.1 Compétences exigées

— Objectifs —

Les capacités évaluées dans cette partie de la formation sont :

- comprendre un algorithme et expliquer ce qu'il fait,
- modifier un algorithme existant pour obtenir un résultat différent,
- concevoir un algorithme répondant à un problème précisément posé,
- expliquer le fonctionnement d'un algorithme,
- écrire des instructions.

1.2 Qu'est-ce qu'un algorithme ?

— Algorithme —

Un algorithme est une suite d'instructions, qui une fois exécutée correctement, conduit à un résultat donné.

1.3 Les algorithmes dans la vie courante

Les manuels d'utilisation des appareils actuels de la vie courante sont essentiellement des recueils d'algorithmes : des instructions sont données afin de faire fonctionner une fonction quelconque.
Les exemples de la vie courante ne manquent pas : automobiles, appareils divers, ...

Une recette de cuisine est également un algorithme simple.
Celui-ci comporte grossièrement trois étapes :

1. Réunir les ingrédients
2. Préparer
3. Déguster

La préparation consiste à exécuter une suite d'instructions : par exemple, plonger les tomates dans une casserole d'eau bouillante pendant quelques instants avant de les peler. On ne sait pas pourquoi il faut procéder de la sorte et d'ailleurs, ça n'a aucune importance : la recette a été écrite par quelqu'un qui sait. Elle marche.

En comparant avec les algorithmes de mathématiques, on pourrait dire que les ingrédients de la recette sont les **entrées** du processus auxquelles on applique le **traitement** (la préparation) pour obtenir, en **sortie**, un plat que l'on dégustera.

1.4 Construction d'un algorithme

En langage naturel, un algorithme se présente en général sous la forme suivante :

- Déclaration des variables :
  On décrit dans le détail les éléments que l'on va utiliser dans l'algorithme.

- Initialisation et / ou Entrée des données :
  On récupère les données et/ou on les initialise.

- Traitement des données :
  On effectue les opérations nécessaires pour répondre au problème posé.

- Sortie :
  On affiche le résultat.

On pourra alors mettre l'algorithme sous la forme suivante :

```
VARIABLES
Les variables (entrées et sorties entre autres) ainsi que leur type
ENTRÉES
LIRE les entrées
SORTIES
AFFICHER les sorties
DEBUT_ALGORITHME

FIN_ALGORITHME
```

Algorithme 1 : Algorithme : construction

Vous pourrez, pour vous entraîner, télécharger le logiciel libre *AlgoBox* à l'adresse suivante :

http://www.xm1math.net/algobox/download.html

Il est disponible pour tous les sytsèmes d'exploitation.

1.5 Différents langages

Il existe une quantité de langages de programmation et de logiciels permettant de définir des algorithmes. Cette année, nous serons amenés à utiliser les outils suivants :

- Langage de programmation **Python**
- Logiciel **Scilab**

Considérons un algorithme historiquement célèbre, l'algorithme d'Euclide, qui sert à calculer le plus grand commun diviseur (pgcd) :
Étant donnés deux entiers, retrancher le plus petit au plus grand et recommencer jusqu'à ce que les deux nombres soient égaux. La valeur obtenue est le plus grand diviseur commun. L'idée de départ est de prendre

les 2 nombres et tant qu'ils ne sont pas égaux, de retirer le plus petit au plus grand.
L'algorithme se présente sous la forme suivante :

```
VARIABLES
a : int # "int" signifie entier comme integer
b : int
DEBUT_ALGORITHME
  TANT_QUE a et b sont différents FAIRE
    DEBUT_TANT_QUE
    SI a est le plus grand ALORS
      DEBUT_SI
      remplacer a par a - b
      FIN_SI
    SI b est le plus grand ALORS
      DEBUT_SI
      remplacer b par b - a
      FIN_SI
    FIN_TANT_QUE
  AFFICHER "le pgcd est" a
FIN_ALGORITHME
```

Algorithme 2 : Algorithme d'Euclide

Voici cet algorithme présenté dans différents langages de programmation :

```
# CODE PYTHON
def pgcd(a,b):
        while a!=b # ou while a
            <>b:
                if a>b : a=a-b
                else : b=b-a
        return a
```

```
# CODE JAVA
public static int pgcd(int a,
    int b) {
        while (a!=b){
                if (a>b) a=a-b
                else b=b-a
        }
        return a;
}
```

```
(* Code OCaml *)
let rec pgcd(a, b) =
        if a = b then a else
                if a > b then
                    pgcd(a-b, b)
                else pgcd(a,b-a)
        ;;
```

```
Rem Code OOBasic
Function Pgdc(ByVal a As Integer
     ,
                        ByVal b
                            As
                            Integer
                            ) As

                            Integer

        Do While a<>b
                If a>b Then
                        a=a-b
                Else
                        b=b-a
                EndIf
        Loop
        Pgdc=a
End Function
```

```
# CODE OCTAVE
function r = pgcd(a,b)
        while (a ~=b)
                if (a>b) : a=a-b
                    ;
                else : b=b-a;
        end
        r=a;
```

```
/* CODE C */
int pgdc(int a,int b)
{
while (a != b) {
if (a>b) a=a-b;
else b=b-a; }
return a;
}
```

```
# CODE RUBY
def pgdc(a,b)
        while a!=b
                if a>b then a=a-
                    b
                else b=b-a end
        end
        a
end
```

```
; Code Scheme
(define (pgdc a b)
        (cond
                ((< a b) (pgdc a
                     (- b a) ))
                ((> a b) (pgdc
                    (- a b) b ))
                (else a)
        )
)
```

```
# CODE PERL

sub pgcd {
    my ($a, $b) = @_;
    while ($a != $b) {
        if ($a > $b) {
            $a = $a - $b;
        } else {
            $b = $b - $a;
        }
    }
    return $a;
}
```

2

Action !

2.1 Un premier exemple complet

Le but de ce premier algorithme consiste à déterminer la distance entre deux points connaissant leurs coordonnées dans un repère orthonormé.

On considère les points $A\begin{pmatrix} x_A \\ y_A \end{pmatrix}$ et $B\begin{pmatrix} x_B \\ y_B \end{pmatrix}$ définis dans un repère orthonormal $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$.
Construire un algorithme permettant de calculer la longueur AB.

2.1.1 Langage naturel

Le langage naturel, pour nous, est le français. Nous utiliserons seulement des mots simples, le texte doit être clair et bien structuré.
On sait que la longueur d'un segment AB est définie par : $AB = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2}$.

On peut construire l'algorithme suivant :

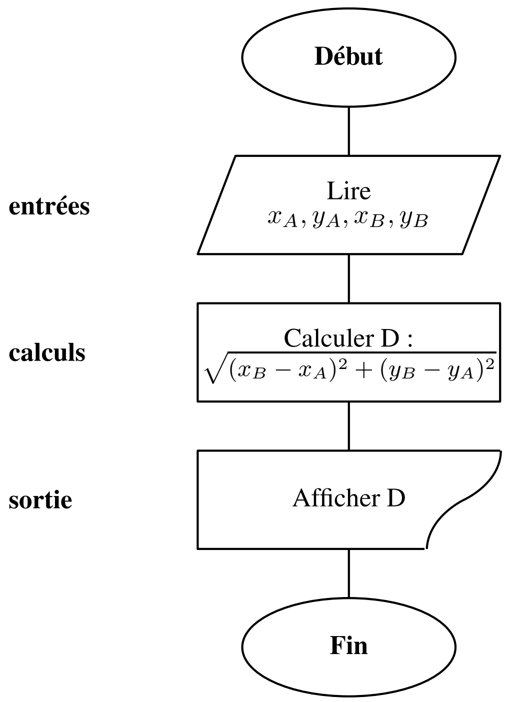
Variables :
- x_A est l'abscisse de A
- y_A est l'ordonnée de A
- x_B est l'abscisse de B
- y_B est l'ordonnée de B
- D est la distance entre A et B

Initialisation, entrées :
- Saisir x_A
- Saisir y_A
- Saisir x_B
- Saisir y_B

Traitement :
- D prend la valeur $\sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2}$

Sortie :
- Afficher la valeur de D

Ou sous forme d'organigramme :



2.1.2 Avec Python

Python est un **langage de programmation** facile à utiliser et puissant. Il offre des structures de données de haut niveau et une approche simple mais réelle de la programmation.
Il est téléchargeable à l'adresse :

http://www.python.org/download/

L'algorithme précédent peut s'écrire en python de la façon suivante :

distance1.py :

```
# -*- coding: utf-8 -*-

from math import sqrt
# ou from math import *

# commentaire : entrée des données
print ("Entrez l'abscisse de A")
x_A = float(input())
print ("Entrez l'ordonnée de A")
y_A = float(input())
print ("Entrez l'abscisse de B")
x_B = float(input())
print ("Entrez l'ordonnée de B")
y_B = float(input())
# calcul de la distance (commentaires)
d = sqrt((x_B-x_A)**2+(y_B-y_A)**2)
# affichage du résultat
print ("La distance entre A et B est :")
print (d)
# affichage du résultat arrondi
print("Avec 2 décimales, cela donne : %.2f" %d)
```

2.2 À vous de jouer !

2.2.1 Milieu de 2 points

⇒ **Activité 2. 1**

Construisez un algorithme en langage naturel qui permet de déterminer les coordonnées du milieu I d'un segment $[AB]$ connaissant les coordonnées de A et de B dans un repère quelconque.

2.2.2 Résolution mathématique

2.2.3 En langage naturel

Variables :

x_A est l'abscisse de A
y_A est l'ordonnée de A
x_B est l'abscisse de B
y_B est l'ordonnée de B
x_I est l'abscisse du milieu I du segment $[AB]$
y_I est l'ordonnée du milieu I du segment $[AB]$

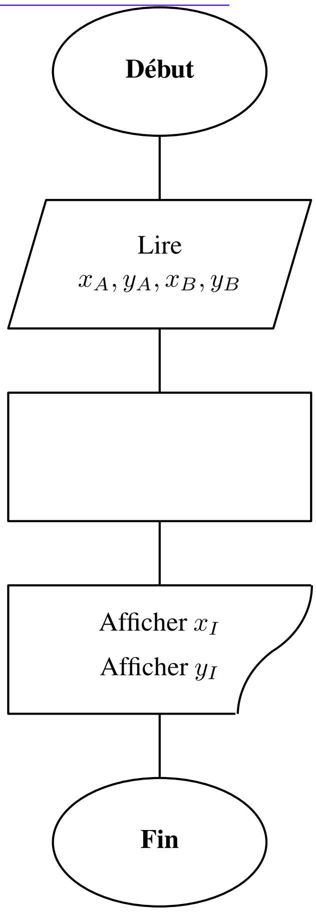
Initialisation, entrées :

Saisir x_A
Saisir y_A
Saisir x_B
Saisir y_B

entrées

calculs

sortie



2.2.4 Avec Python, si vous avez déjà quelques notions

milieu1.py :

```
# -*- coding: utf-8 -*-

from math import *

# commentaire : entrée des données
print ("Entrez l'abscisse de A")
x_A = float(input())
print ("Entrez l'ordonnée de A")
y_A = float(input())
print ("Entrez l'abscisse de B")
x_B = float(input())
print ("Entrez l'ordonnée de B")
y_B = float(input())

# calcul des coordonnées du milieu
x_I = (x_A+x_B)/2
y_I = (y_A+y_B)/2

# affichage du résultat
print ("Le milieu a pour coordonnées :")
print (x_I, y_I)
# affichage du résultat arrondi
print("Avec 2 décimales, cela donne \
%.2f pour l'abscisse et \
%.2f pour l'ordonnée" %(x_I,y_I))
# \ permet de passer à la ligne
```

2.3 Algorithmique : techniques de base

2.3.1 Variables et affectations

Les variables en algorithmique

- Les variables algorithmiques peuvent servir à stocker des données de différents types.
- La valeur d'une variable peut changer au fil des instructions de l'algorithme.
- Les opérations sur les variables s'effectuent ligne après ligne et les unes après les autres.
- Quand l'ordinateur exécute une ligne du type `mavariable PREND_LA_VALEUR un calcul`, il effectue d'abord le calcul et stocke ensuite le résultat dans `mavariable`.

— Remarque —

Les commentaires seront placés après le symbole # comme dans python pour faciliter la lecture.

⇒ **Activité 2. 2**

On considère l'algorithme suivant :

```
VARIABLES
x : int # "int" signifie entier comme integer
y : int
z : int
DEBUT_ALGORITHME
    x ← 2 # x prend la valeur 2
    y ← 3
    z ← x + y
FIN_ALGORITHME
```

Algorithme 3 : Valeurs de x, y z

Après exécution de l'algorithme, la variable x contient la valeur $\boxed{}$, la variable y contient la valeur $\boxed{}$ et la variable z contient la valeur $\boxed{}$.

⇒ **Activité 2. 3**

On considère l'algorithme suivant :

```
VARIABLES
x : int
DEBUT_ALGORITHME
    x ←2
    x ← x + 1
FIN_ALGORITHME
```

Algorithme 4 : Valeur de x

Après exécution de l'algorithme, la variable x contient la valeur : $\boxed{}$.

⇒ **Activité 2. 4**

Ajoutons la ligne « $x \leftarrow 4 * x$ » à la fin du code précédent. x contient alors la valeur $\boxed{}$.

⇒ Activité 2. 5

On considère l'algorithme suivant :

```
VARIABLES
y : int
DEBUT_ALGORITHME
    y ← 2
    y ← y + 1
    y ← 4 * y
FIN_ALGORITHME
```

Algorithme 5 : Valeur de y

Après exécution de l'algorithme, la variable y contient la valeur : $\boxed{}$.

⇒ Activité 2. 6

On considère l'algorithme suivant :

```
VARIABLES
a : int
b : int
c : int
DEBUT_ALGORITHME
    a ← 5
    b ← 3
    c ← a + b
    b ← b + a
    a ← c
FIN_ALGORITHME
```

Algorithme 6 : Valeurs de a, b, c

Après exécution de l'algorithme, la variable a contient la valeur $\boxed{}$, la variable b contient la valeur $\boxed{}$ et la variable c contient la valeur $\boxed{}$.

⇒ Activité 2. 7

On considère l'algorithme suivant :

```
VARIABLES
x : int
y : int
z : int
ENTRÉES
LIRE x
SORTIES
AFFICHER z
DEBUT_ALGORITHME
    y ← x − 2
    z ← −3 * y − 4
    AFFICHER z
FIN_ALGORITHME
```

Algorithme 7 : Afficher z

On cherche maintenant à obtenir un algorithme équivalent sans utiliser la variable y. Complétez la ligne 9 dans l'algorithme ci-dessous pour qu'il réponde au problème.

```
 1: VARIABLES
 2: x : int
 3: z : int
 4: ENTRÉES
 5: LIRE x
 6: SORTIES
 7: AFFICHER z
 8: DEBUT_ALGORITHME
 9:     z ← .......
10:     AFFICHER z
11: FIN_ALGORITHME
```

Algorithme 8 : Afficher z simplifié

2.3.2 Instructions conditionnelles

SI...ALORS...SINON

Comme nous l'avons vu ci-dessus, un algorithme permet d'exécuter une liste d'instructions les unes à la suite des autres. Mais on peut aussi "dire" à un algorithme de n'exécuter des instructions que si une certaine condition est remplie. Cela se fait grâce à la commande `SI...ALORS` :

```
SI...ALORS
  DEBUT_SI
  ...
  FIN_SI
```

Il est aussi possible d'indiquer en plus à l'algorithme de traiter le cas où la condition n'est pas vérifiée avec la commande `SINON`. On obtient alors la structure suivante :

```
SI...ALORS
  DEBUT_SI
  ...
  FIN_SI
  SINON
    DEBUT_SINON
    ...
    FIN_SINON
```

⇒ **Activité 2. 8**

On cherche à créer un algorithme qui demande un nombre à l'utilisateur et qui affiche la racine carrée de ce nombre s'il est positif. Complétez la ligne 9 dans l'algorithme ci-dessous pour qu'il réponde au problème.

```
 1: VARIABLES
 2: x : int
 3: racine : float
 4: ENTRÉES
 5: LIRE x
 6: SORTIES
 7: AFFICHER racine
 8: DEBUT_ALGORITHME
 9:    SI (.........) ALORS
10:       DEBUT_SI
11:       racine ← sqrt(x)
12:       AFFICHER racine
13:       FIN_SI
14: FIN_ALGORITHME
```

Algorithme 9 : Racine carrée

⇒ **Activité 2. 9**

On cherche à créer un algorithme qui demande à l'utilisateur d'entrer deux nombres entiers (stockés dans les variables x et y) et qui affiche le plus grand des deux. Complétez les lignes 12 et 16 dans l'algorithme ci-dessous pour qu'il réponde au problème.

```
 1: VARIABLES
 2: x : int
 3: y : int
 4: ENTRÉES
 5: LIRE x
 6: LIRE y
 7: SORTIES
 8: AFFICHER le plus grand des deux (x, y)
 9: DEBUT_ALGORITHME
10:    SI (x > y) ALORS
11:       DEBUT_SI
12:       AFFICHER .......
13:       FIN_SI
14:    SINON
15:       DEBUT_SINON
16:       AFFICHER ......
17:       FIN_SINON
18: FIN_ALGORITHME
```

Algorithme 10 : Comparaison

⇒ Activité 2. 10

On considère l'algorithme suivant :

```
VARIABLES
a : int
b : int
DEBUT_ALGORITHME
  a ← 1
  b ← 3
  SI (a > 0) ALORS
    DEBUT_SI
    a ← a + 1
    FIN_SI
  SI (b > 4) ALORS
    DEBUT_SI
    b ← b − 1
    FIN_SI
FIN_ALGORITHME
```

Algorithme 11 : Valeurs de a et b

Après exécution de l'algorithme,

- la variable a contient la valeur : $\boxed{\quad\quad}$,
- La variable b contient la valeur : $\boxed{\quad\quad}$.

⇒ Activité 2. 11

On cherche à concevoir un algorithme correspondant au problème suivant :

- on demande à l'utilisateur d'entrer un nombre (représenté par la variable x)
- si le nombre entré est différent de 1, l'algorithme doit stocker dans une variable y la valeur de $\dfrac{1}{x-1}$ et afficher la valeur de y
  (note : la condition x différent de 1 s'exprime avec le code $x! = 1$). On ne demande pas de traiter le cas contraire.

Complétez l'algorithme ci-dessous pour qu'il réponde au problème.

```
VARIABLES
x : int
y : int
ENTRÉES
LIRE .....
SORTIES
AFFICHER ......
DEBUT_ALGORITHME
  SI (........) ALORS
    DEBUT_SI
    ....... ← .......
    AFFICHER .......
    FIN_SI
FIN_ALGORITHME
```

Algorithme 12 : Inverse

2.3.3 Boucles

Boucles POUR...DE...A

- Les boucles permettent de répéter des instructions autant de fois que l'on souhaite.
- Lorsqu'on connaît par avance le nombre de fois que l'on veut répéter les instructions, on utilise une boucle du type POUR...DE...A... dont la structure est la suivante :

```
POUR...ALLANT_DE...A...
  DEBUT_POUR
  ...
  FIN_POUR
```

- Exemple : l'algorithme ci-dessous permet d'afficher la racine carrée de tous les entiers de 1 jusqu'à 50. La variable n est appelée « compteur de la boucle ».

```
VARIABLES
n : int
racine : float
SORTIES
AFFICHER racine
DEBUT_ALGORITHME
  POUR n ALLANT_DE 1 A 50
    DEBUT_POUR
    racine ← sqrt(n)
    AFFICHER racine
    FIN_POUR
FIN_ALGORITHME
```

Algorithme 13 : Racine carrée 2

— Remarques —

- La variable servant de compteur pour la boucle doit être du type NOMBRE et doit être déclarée préalablement (comme toutes les variables).
- Sauf précision, cette variable est automatiquement augmentée de 1 à chaque fois.
- On peut utiliser la valeur du compteur pour faire des calculs à l'intérieur de la boucle, mais les instructions comprises entre DEBUT_POUR et FIN_POUR ne doivent pas modifier la valeur de la variable qui sert de compteur.

⇒ Activité 2. 12

On cherche à concevoir un algorithme qui affiche, grâce à une boucle POUR...DE...A, les résultats des calculs suivants : $8*1, 8*2, 8*3, 8*4, \dots$ jusqu'à $8*10$.
La variable n sert de compteur à la boucle et la variable *produit* sert à stocker et afficher les résultats. Complétez les lignes 7 et 9 dans l'algorithme ci-dessous pour qu'il réponde au problème :

```
 1: VARIABLES
 2: n : int
 3: produit : int
 4: SORTIES
 5: AFFICHER produit
 6: DEBUT_ALGORITHME
 7:   POUR n ALLANT_DE .... A .....
 8:     DEBUT_POUR
 9:     produit ← .......
10:     AFFICHER produit
11:     FIN_POUR
12: FIN_ALGORITHME
```

Algorithme 14 : Table de 8

⇒ Activité 2. 13

On considère l'algorithme suivant :

```
 1: VARIABLES
 2: n : int
 3: somme : int
 4: SORTIES
 5: AFFICHER somme
 6: INITIALISATION
 7: somme ← 0
 8: DEBUT_ALGORITHME
 9: | POUR n ALLANT_DE 1 A 100
10: | | DEBUT_POUR
11: | | somme ← somme + n
12: | | FIN_POUR
13: | AFFICHER somme
14: FIN_ALGORITHME
```

Algorithme 15 : Somme 100

Complétez les phrases suivantes :

- Après exécution de la ligne 7, la variable somme contient la valeur : $\boxed{}$.
- Lorsque le compteur n de la boucle vaut 1 et après exécution du calcul de la ligne 11, la variable $somme$ vaut : $\boxed{}$.
- Lorsque le compteur n de la boucle vaut 2 et après exécution du calcul de la ligne 11, la variable $somme$ vaut : $\boxed{}$.
- Lorsque le compteur n de la boucle vaut 3 et après exécution du calcul de la ligne 11, la variable $somme$ vaut : $\boxed{}$.

Que permet de calculer cet algorithme ?
$\boxed{}$.

⇒ Activité 2. 14

Complétez les lignes 9 et 11 de l'algorithme ci-dessous pour qu'il permette de calculer la somme $5^2 + 6^2 + 7^2 + \cdots + 24^2 + 25^2$, c'est-à-dire la somme $\sum_{5}^{25} n^2$.

```
 1: VARIABLES
 2: n : int
 3: somme : int
 4: SORTIES
 5: AFFICHER somme
 6: INITIALISATION
 7: somme ← 0
 8: DEBUT_ALGORITHME
 9: | POUR n ALLANT_DE .... A ......
10: | | DEBUT_POUR
11: | | somme ← somme+......
12: | | FIN_POUR
13: | AFFICHER somme
14: FIN_ALGORITHME
```

Algorithme 16 : Somme des carrés

Boucles TANT QUE...

- Il n'est pas toujours possible de connaître par avance le nombre de répétitions nécessaires à un calcul. Dans ce cas là, il est possible d'avoir recours à la structure TANT QUE... qui se présente de la façon suivante :

```
TANT_QUE...FAIRE
  DEBUT_TANT_QUE
  ...
  FIN_TANT_QUE
```

Cette structure de boucle permet de répéter une série d'instructions (comprises entre DE-

BUT_TANT_QUE et FIN_TANT_QUE) tant qu'*une certaine condition est vérifiée*.

- Exemple : Comment savoir ce qu'il reste si on enlève 25 autant de fois que l'on peut au nombre 583 ? Pour cela on utilise une variable n, qui contient 583 au début, à laquelle on enlève 25 tant que c'est possible, c'est à dire tant que n est supérieur ou égal à 25. Voici ci-dessous un exemple d'algorithme avec une structure de boucle.

```
VARIABLES
n : int
SORTIES
AFFICHER n
INITIALISATION
n ← 583
DEBUT_ALGORITHME
  TANT_QUE n >= 25 FAIRE
    DEBUT_TANT_QUE
    n ← n − 25
    FIN_TANT_QUE
  AFFICHER n
FIN_ALGORITHME
```

Algorithme 17 : Tant que

— Remarques —

- Si la condition du TANT QUE est fausse dès le début, les instructions entre DEBUT_TANT_QUE et FIN_TANT_QUE ne sont jamais exécutées (la structure TANT QUE ne sert alors strictement à rien).
- Il est indispensable de s'assurer que la condition du TANT QUE finisse par être vérifiée (le code entre DEBUT_TANT_QUE et FIN_TANT_QUE doit rendre vraie la condition tôt ou tard), sans quoi l'algorithme ne pourra pas fonctionner.

⇒ Activité 2. 15

On cherche à connaître le plus petit entier N tel que 2^N soit supérieur ou égal à 10000. Pour résoudre ce problème de façon algorithmique :

- On utilise une variable N à laquelle on donne au début la valeur 1.
- On augmente de 1 la valeur de N tant que 2^N n'est pas supérieur ou égal à 10000.

Une structure TANT QUE est particulièrement adaptée à ce genre de problème car on ne sait pas a priori combien de calculs seront nécessaires.
Compléter les lignes 8 et 10 de l'algorithme ci-dessous pour qu'il réponde au problème :

```
 1: VARIABLES
 2: N : int
 3: SORTIES
 4: AFFICHER N
 5: INITIALISATION
 6: N ← 1
 7: DEBUT_ALGORITHME
 8:   TANT_QUE 2^N ....... FAIRE
 9:     DEBUT_TANT_QUE
10:     N ← .......
11:     FIN_TANT_QUE
12:   AFFICHER N
13: FIN_ALGORITHME
```

Algorithme 18 : 2 puissance N

⇒ Activité 2. 16

On considère le problème suivant :

- On lance une balle d'une hauteur initiale de 3 m.
- On suppose qu'à chaque rebond, la balle perd 10% de sa hauteur (la hauteur est donc multipliée par 0,9 à chaque rebond).
- On cherche à savoir le nombre de rebonds nécessaire pour que la hauteur de la balle soit inférieure ou égale à 10 cm.

Complétez les lignes 10 et 13 de l'algorithme ci-dessous pour qu'il réponde au problème.

```
VARIABLES
nombre_rebonds : int
hauteur : float
SORTIES
AFFICHER nombre_rebonds
INITIALISATION
nombre_rebonds ← 0
DEBUT_ALGORITHME
    hauteur ← 300
    TANT_QUE (hauteur......) FAIRE
        DEBUT_TANT_QUE
        nombre_rebonds ← nombre_rebonds + 1
        hauteur ← ..........
        FIN_TANT_QUE
    AFFICHER nombre_rebonds
FIN_ALGORITHME
```

Algorithme 19 : Nombre de rebonds

⇒ **Activité 2. 17**

Écrivez une fonction qui prend en entrée un entier naturel a et retourne (c'est-à-dire renvoie) cet entier écrit à l'envers. Par exemple, si $a = 1234$, la fonction devra retourner $a = 4321$. Vous pourrez utiliser les fonctions `quotient`$(n,\ p)$ et `reste`$(n,\ p)$ qui donnent le quotient et le reste de la division de n par p.

— Remarque —

La fonction *return* signifie "retourner", c'est-à-dire "envoyer en retour" ou "renvoyer"

L'idée est que si l'on prend le reste de a dans la division par 10, on récupère le dernier chiffre, et si on prend le quotient, on récupère a privé de son dernier chiffre. Il suffit d'itérer le procédé, en décalant à chaque fois le résultat provisoire vers la gauche.

```
VARIABLES


ENTRÉES
LIRE a
SORTIES
AFFICHER b "inverse" de a
INITIALISATION

DEBUT_ALGORITHME
    TANT_QUE ................ FAIRE
        DEBUT_TANT_QUE



        FIN_TANT_QUE
    AFFICHER b
FIN_ALGORITHME
```

Algorithme 20 : Renversement