

# Tony Hoare et les lois de programmation

Uli Fahrenberg

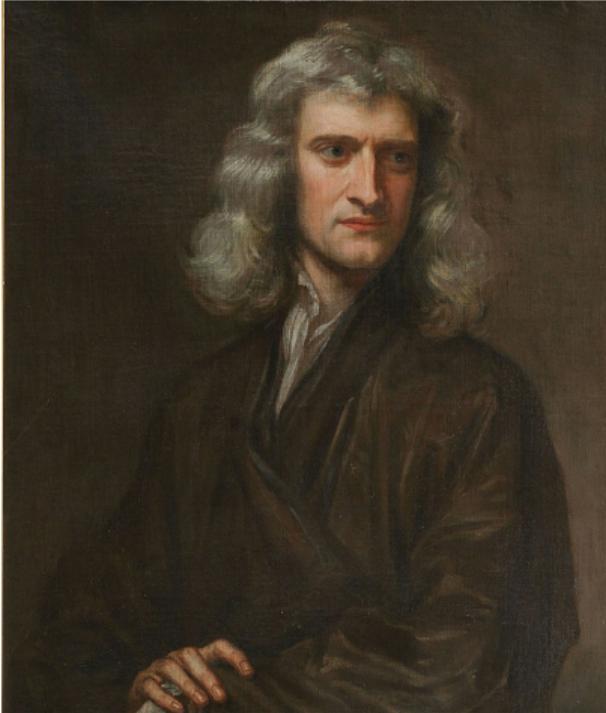
EPITA Rennes, France

JDMI 2021



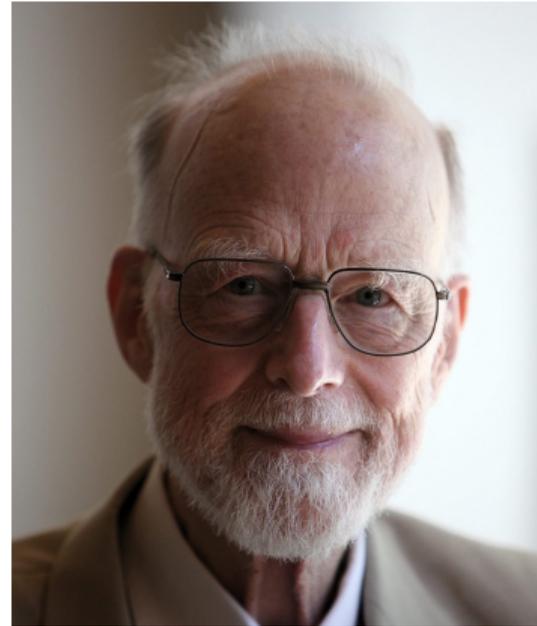
## Sir Isaac Newton

1689



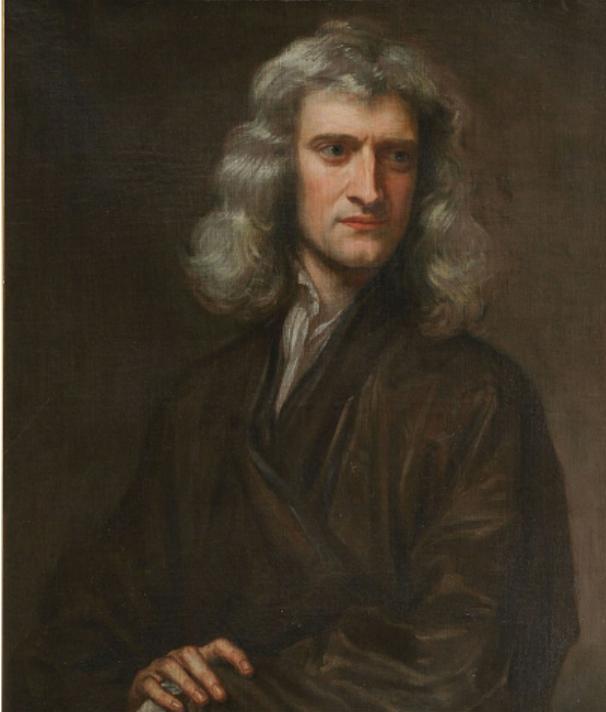
## Sir Tony Hoare

2011



# Sir Isaac Newton

1689



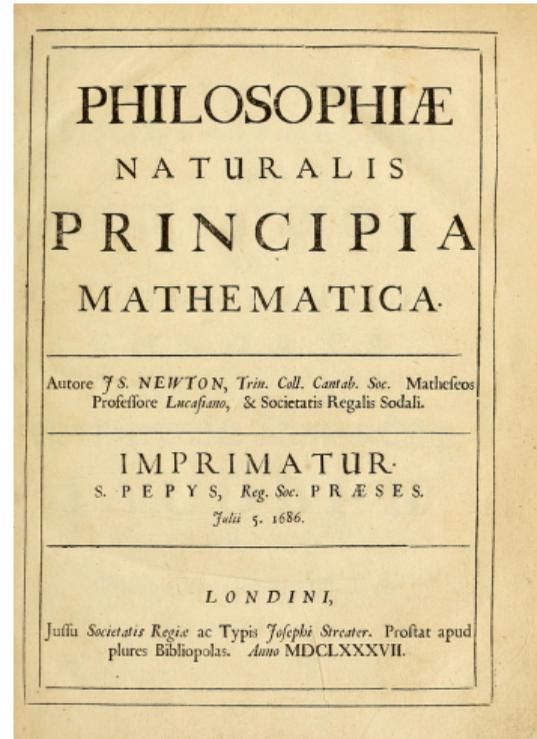
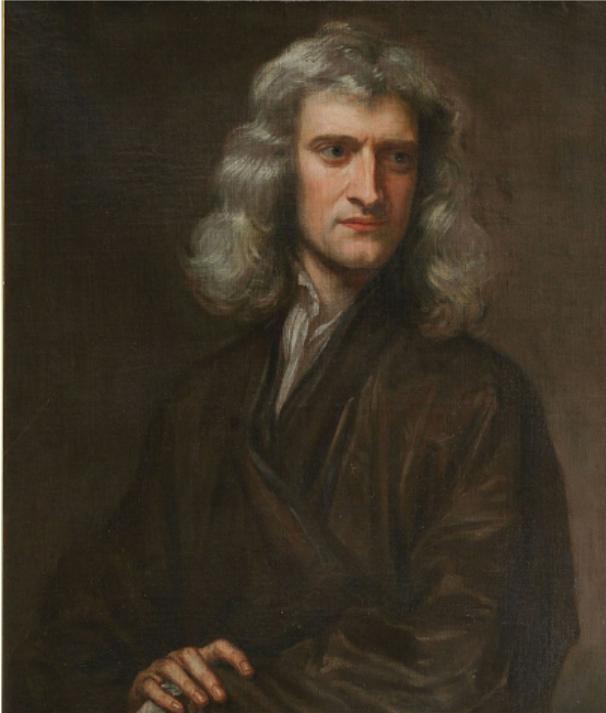
$$F = m \cdot a$$

$$F = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$$

- réduire la physique à des lois élémentaires

# Sir Isaac Newton

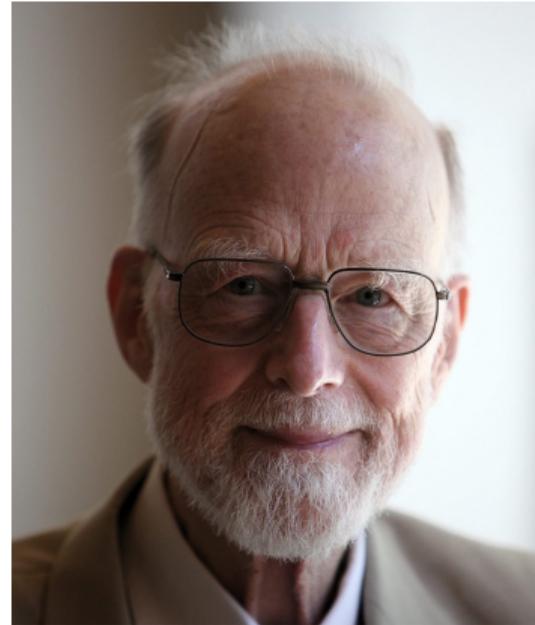
1689



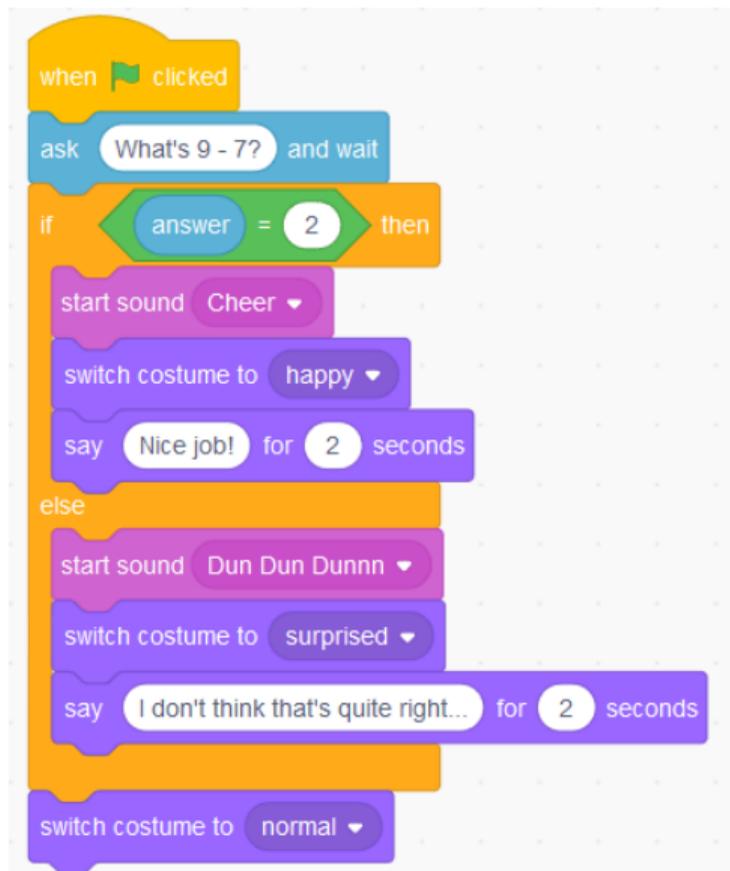
## Sir Tony Hoare

2011

- réduire la programmation à des lois élémentaires



- réduire la programmation à des lois élémentaires



- réduire la programmation à des lois élémentaires

```
somme = 0
for i in range(1, 10):
    somme += i
print(somme)
```

$$\text{somme} = \frac{n \cdot (n + 1)}{2}$$

```
somme = 0
for i in range(1, 10):
    somme += i
print(somme)
```

$$\text{somme} = \frac{n \cdot (n + 1)}{2}$$

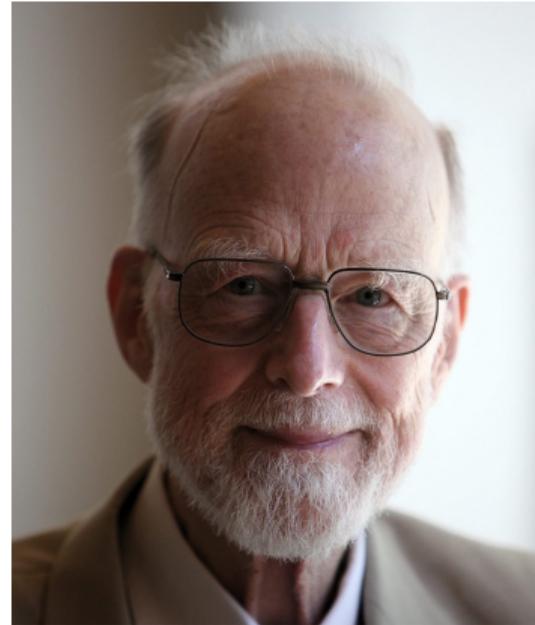


```
somme = 0
for i in range(1, 10):
    somme += i
print(somme)
```

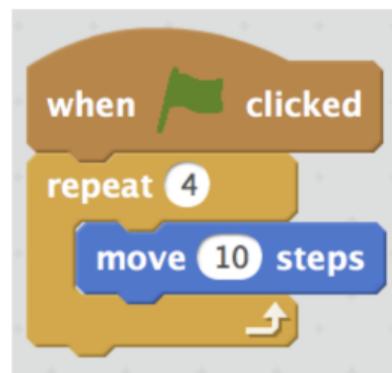
## Sir Tony Hoare

2011

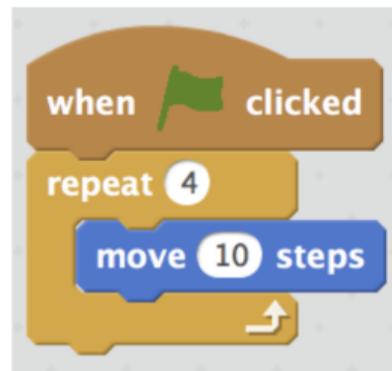
- réduire la programmation à des lois élémentaires



- réduire la programmation à des lois élémentaires



- réduire la programmation à des lois élémentaires
- enchaînement
- choix
- répétition



- réduire la programmation à des lois élémentaires

- enchaînement
- choix
- répétition

```
somme = 0
for i in range(1, 10)
    somme += i
if somme == 55
    print("Gauss avait raison !")
```

## Sir Tony Hoare

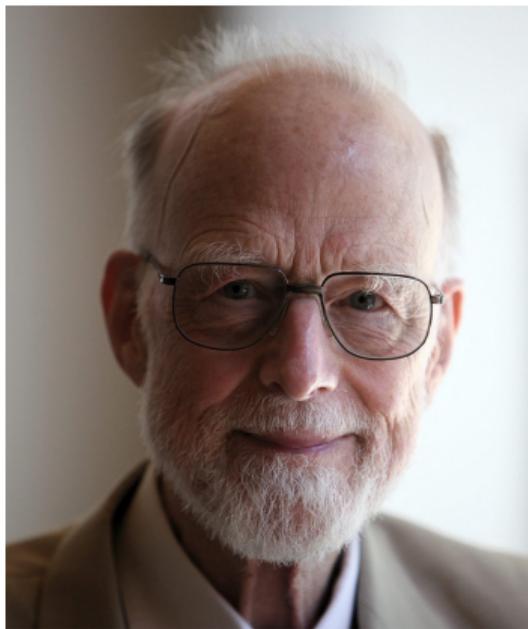
2011

- réduire la programmation à des lois élémentaires

- enchaînement
- choix
- répétition

Une algèbre de programmation :

- enchaînement  $a; b$
- choix  $a + b$
- répétition  $a^*$



## Stephen C. Kleene

1980

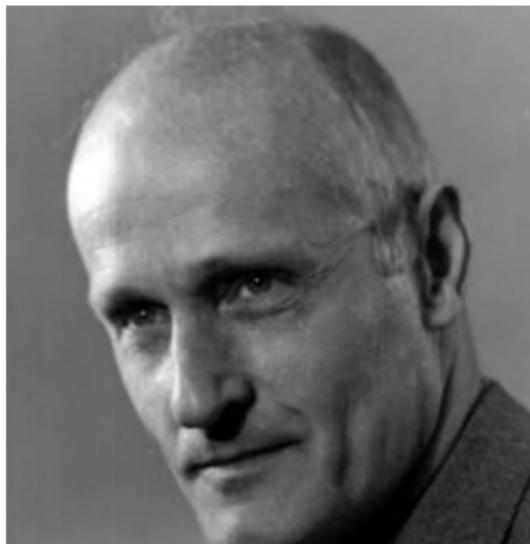


Une algèbre de Kleene :

- un ensemble  $S$  de symboles      briques
- une loi de composition ;      enchaînement
- une loi de composition +      choix
- une application  $*$       répétition

## Stephen C. Kleene

1980



Une **algèbre de Kleene** :

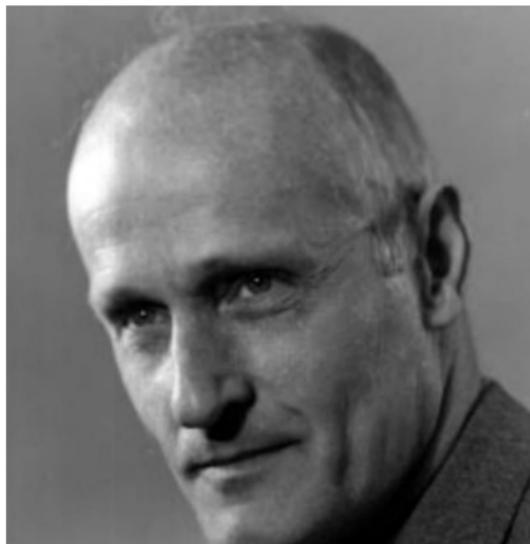
- un ensemble  $S$  de symboles **briques**
- une loi de composition ; **enchaînement**
- une loi de composition + **choix**
- une application  $*$  **répétition**

Enchaînement ;

- associative, pas commutative
- élément neutre : skip

## Stephen C. Kleene

1980



Une **algèbre de Kleene** :

- un ensemble  $S$  de symboles **briques**
- une loi de composition ; **enchaînement**
- une loi de composition  $+$  **choix**
- une application  $*$  **répétition**

Enchaînement ;

- associative, pas commutative
- élément neutre : skip

Choix  $+$

- associative, commutative, idempotente
- élément neutre : abort

Une algèbre de Kleene :

- un ensemble  $S$  de symboles briques
- une loi de composition ; enchaînement
- une loi de composition  $+$  choix
- une application  $*$  répétition

Enchaînement ;

- associative, pas commutative
- élément neutre : skip

Choix  $+$

- associative, commutative, idempotente
- élément neutre : alert

$$a; (b; c) = (a; b); c$$

$$a; b \neq b; a$$

$$a; \text{skip} = \text{skip}; a = a$$

$$a + (b + c) = (a + b) + c$$

$$a + b = b + a$$

$$a + a = a$$

$$a + \text{abort} = a$$

Une algèbre de Kleene :

- un ensemble  $S$  de symboles briques
- une loi de composition ; enchaînement
- une loi de composition  $+$  choix
- une application  $*$  répétition

Enchaînement ;

- associative, pas commutative
- élément neutre : skip

Choix  $+$

- associative, commutative, idempotente
- élément neutre : alert

$$a; (b; c) = (a; b); c$$

$$a; b \neq b; a$$

$$a; \text{skip} = \text{skip}; a = a$$

$$a + (b + c) = (a + b) + c$$

$$a + b = b + a$$

$$a + a = a$$

$$a + \text{abort} = a$$

$$a; (b + c) = a; b + a; c$$

$$(a + b); c = a; c + b; c$$

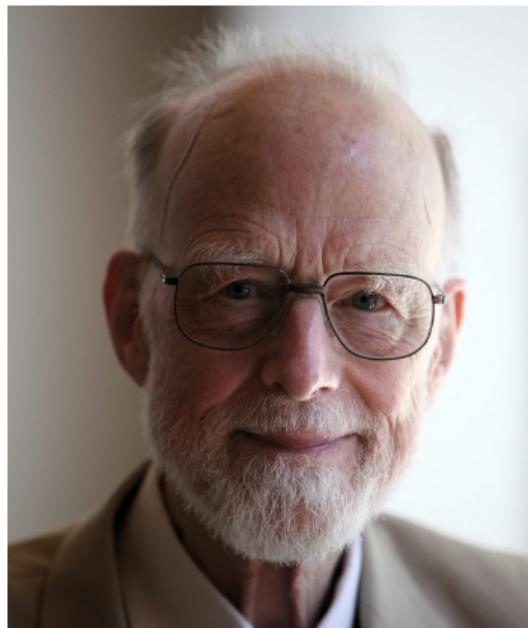
$$a^* = \text{skip} + a + a; a + a; a; a + \dots$$

## Sir Tony Hoare

2011

Algèbres de Kleene :

- **fondement théorique** de la programmation
- enrichis avec propositions : **logique de Hoare**
- aussi algèbres de Kleene **avec tests**, algèbres de Kleene **avec concurrence**, etc.

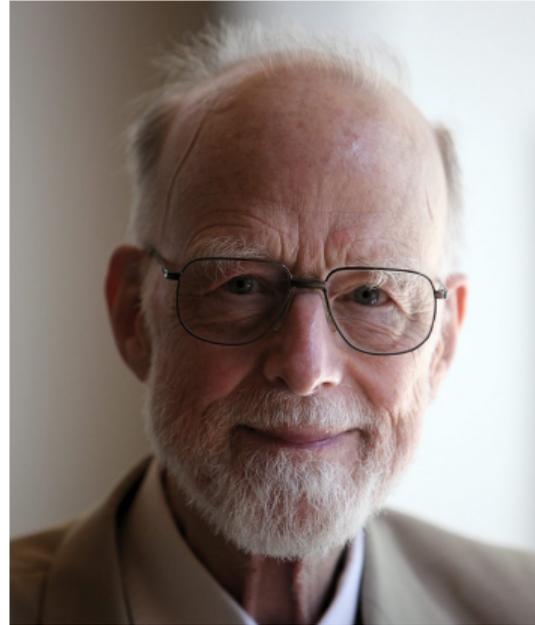


## Sir Tony Hoare

2011

Algèbres de Kleene :

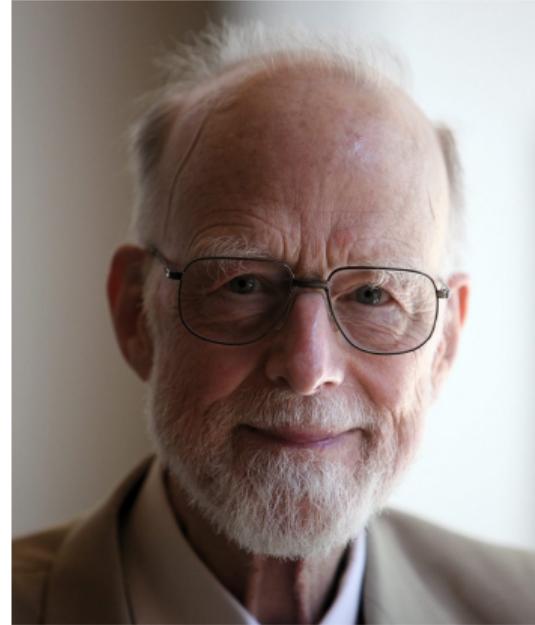
- **fondement théorique** de la programmation
  - enrichis avec propositions : **logique de Hoare**
  - aussi algèbres de Kleene **avec tests**, algèbres de Kleene **avec concurrence**, etc.
- ⇒ **raisonnement déductif** sur les propriétés de programmes :  
la **vérification**



Sir Isaac Newton



Sir Tony Hoare



- La **méthode déductive** :
- déconstruire en briques élémentaires
  - rassembler pour mieux comprendre