

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ AKLI MOHAND OULHADJ BOUIRA



FACULTÉ DES SCIENCES ET DES SCIENCES APPLIQUÉES  
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE

# Electronique Numériques Avancées : FPGA, VHDL

Cours présenté par :  
**M. Arezki FEKIK**

Dans le cadre de la formation **Master 1 Electroniques des Systèmes Embarqués**

# Introduction générale

- ▶ **VHDL** est l'acronyme de **VHSIC HDL** (*Very High Speed Integrated Circuit Hardware Description Language*), c'est un langage de description matérielle qui a été créé dans les années 1980 à la demande du département de la défense américaine (**DOD**).
- ▶ La première version du **VHDL** accessible au public a été publiée en 1985, et a fait l'objet d'une norme internationale en **1986** par l'institut des ingénieurs électriciens et électroniciens (**IEEE**).
- ▶ De nos jours, le langage **VHDL** devient un outil indispensable pour la conception des systèmes électroniques intégrés, il est proposé par la grande majorité des sociétés de développement et la commercialisation d'**ASIC** et d'**FPGA** telle que la société américaine **Xilinx**.
- ▶ Avec un langage de description matérielle et un **FPGA** (*Field Programmable Gate Array*), un concepteur peut développer rapidement et simuler un circuit numérique sophistiqué, de l'implémenter sur une carte de prototypage, et de vérifier son fonctionnement.

# PLAN DE COURS

**Chapitre. I: Concepts de base du langage VHDL**

**Chapitre. II: Objets et types de données**

**Chapitre. III: Différentes descriptions d'une architecture**

**Chapitre. IV: Modélisation des circuits séquentiels**

**Chapitre. V: Exemple De FPGA : La Famille Spartan-6**

# Chapitre. II: Objets et types de données.



# Chapitre. II: Objets et types de données.

- ▶ Les trois types de base utilisés lors d'une description VHDL sont :
  - *Les signaux*
  - *Les variables*
  - *Les constants*
  
- ▶ Chaque objet déclaré possède un type de données spécifique ainsi qu'un ensemble de valeurs possibles.

# Chapitre. II: Objets et types de données.

## ► Les signaux

La déclaration d'un signal se fait avec le mot réservé SIGNAL comme suit :

```
10 architecture RTL of CONCEPTION_EXEMPLE is
11     signal SIG : std_logic;
12 begin
13     ...
14 end RTL;
```

Dans l'exemple ci-dessus, le signal est nommé « SIG » et est déclaré à l'intérieur de l'architecture « RTL », et est du type standard STD\_LOGIC.

Si plusieurs signaux du même type sont nécessaires dans une conception, on peut les spécifier dans une seule déclaration comme suit :

```
10 architecture RTL of CONCEPTION_EXEMPLE is
11     signal E1, E2, E3 : std_logic_vector (3 downto 0);
12 begin
13     ...
14 end RTL;
```

# Chapitre. II: Objets et types de données.

## ► Initialisation des signaux :

Un signal peut être initialisé à une valeur spécifique comme suit :

```
10 architecture RTL of CONCEPT_EXEMPLE is
11     signal A : std_logic_vector (3 downto 0) := "0000";
12     signal B : std_logic_vector (15 downto 0) := (others => '0');
13 begin
14     ...
15 end RTL;
```

Le symbole d'initialisation est « := ».

# Chapitre. II: Objets et types de données.

## ► Utilisation des signaux :

L'utilisation des signaux est principalement utilisée lorsqu'on a besoin de déplacement d'informations entre les différentes parties fonctionnelles d'une conception, comme par exemple entre deux composants connectés.

Les signaux peuvent être aussi utilisés pour décrire des expressions logiques complexes.

Les objets de types variables et constants sont traités dans le prochain chapitre (*Les différents styles de description d'une architecture*).

# Chapitre. II: Objets et types de données.

## ► Les types et sous-types

Les types de données VHDL se divisent en quatre catégories :

### **1-Les types « scalaires » :**

Les types standards entrant dans cette catégorie sont les types entiers (*INTEGER*), les types réels à virgule flottante (*REAL*), les types physiques (*TIME*), et les types *énumérés*.

### **2-Les types «tableaux (ARRAY) »**

Un objet de type tableau (ARRAY) est un ensemble d'un ou de plusieurs éléments du même type

### **3- Les types « accès » (Access) :**

Ces types fournissent des références vers des objets de la même manière que les pointeurs qui fournissent des références vers des données dans un langage de programmation de haut niveau.

### **4- Les types « fichiers » (File) :**

Ce sont des objets de référence qui contiennent une séquence de valeurs.

# Chapitre. II: Objets et types de données.

## ► Les opérations de base sur les objets :

Le langage VHDL nous permet de faire plusieurs opérations sur les objets, suivant leurs types et le type du résultat de l'opération.

### 1- Les opérations logiques :

Opération	Description	Type d'opération	Type de résultat
<b>AND</b>	Le 'ET' logique	Tout type binaire ou booléen	Même type
<b>OR</b>	Le 'OU' logique	Tout type binaire ou booléen	Même type
<b>NAND</b>	Le 'NON ET' logique	Tout type binaire ou booléen	Même type
<b>NOR</b>	Le 'NON OU' logique	Tout type binaire ou booléen	Même type
<b>XOR</b>	Le 'XOR' logique	Tout type binaire ou booléen	Même type
<b>NXOR</b>	Le 'NXOR' logique	Tout type binaire ou booléen	Même type

# Chapitre. II: Objets et types de données.

## ► Les opérations de base sur les objets :

### 2- Les opérations relationnelles :

Opération	Description	Type d'opération	Type de résultat
=	Egalité	Tout type	Booléen
≠	Inégalité	Tout type	Booléen
<	Strictement inférieure	Tout type	Booléen
≤	Inférieure ou égale	Tout type	Booléen
>	Strictement supérieure	Tout type	Booléen
≥	Supérieure ou égale	Tout type	Booléen

# Chapitre. II: Objets et types de données.

## ► Les opérations de base sur les objets :

### 3- Les opérations d'addition:

Opération	Description	Type d'opération	Type de résultat
+	Addition	Tout type numérique	Même type
-	Soustraction	Tout type numérique	Même type
&	concaténation	Tout type numérique	Même type

# Chapitre. II: Objets et types de données.

## ► Les opérations de base sur les objets :

### 4- Les opérations de multiplication:

Opération	Description	Type d'opération	Type de résultat
*	Multiplication	Tout type entier ou flottant	Même type
/	Division	Tout type entier ou flottant	Même type

# Chapitre. II: Objets et types de données.

- ▶ Les opérations de base sur les objets :

## 5- Les opérations de signe:

Opération	Description	Type d'opération	Type de résultat
+	Positif	Tout type numérique	Même type
-	Négatif	Tout type numérique	Même type

# Chapitre. II: Objets et types de données.

## ► Les opérations de base sur les objets :

### 6- Les opérations de décalage:

Opération	Description	Type d'opération	Type de résultat
<b>SLL</b>	Décalage à gauche (logique)	Entier, bit, ou booléen	Même type
<b>SRL</b>	Décalage à droite (logique)	Entier, bit, ou booléen	Même type
<b>SLA</b>	Décalage à gauche (arithmétique)	Entier, bit, ou booléen	Même type
<b>SRA</b>	Décalage à droite arithmétique	Entier, bit, ou booléen	Même type
<b>ROL</b>	Rotation à gauche (logique)	Entier, bit, ou booléen	Même type
<b>ROR</b>	Rotation à droite (logique)	Entier, bit, ou booléen	Même type