

1^{ère} partie :
modélisation

2^{ème} partie :
microcontrôleurs

3^{ème} partie :
API

Machines à états finis – MAE

(Finite State Machines – FSM)

1 – LE MÉTA-MODÈLE DE LA MAE

2 – LES RÈGLES DE DESCRIPTION D'UNE MAE

3 – LES RÈGLES D'ÉVOLUTION D'UNE MAE

4 – LES RÈGLES D'ACTION D'UNE MAE

1 – Le méta-modèle de la MAE

2 – LES RÈGLES DE DESCRIPTION D'UNE MAE

3 – LES RÈGLES D'ÉVOLUTION D'UNE MAE

4 – LES RÈGLES D'ACTION D'UNE MAE

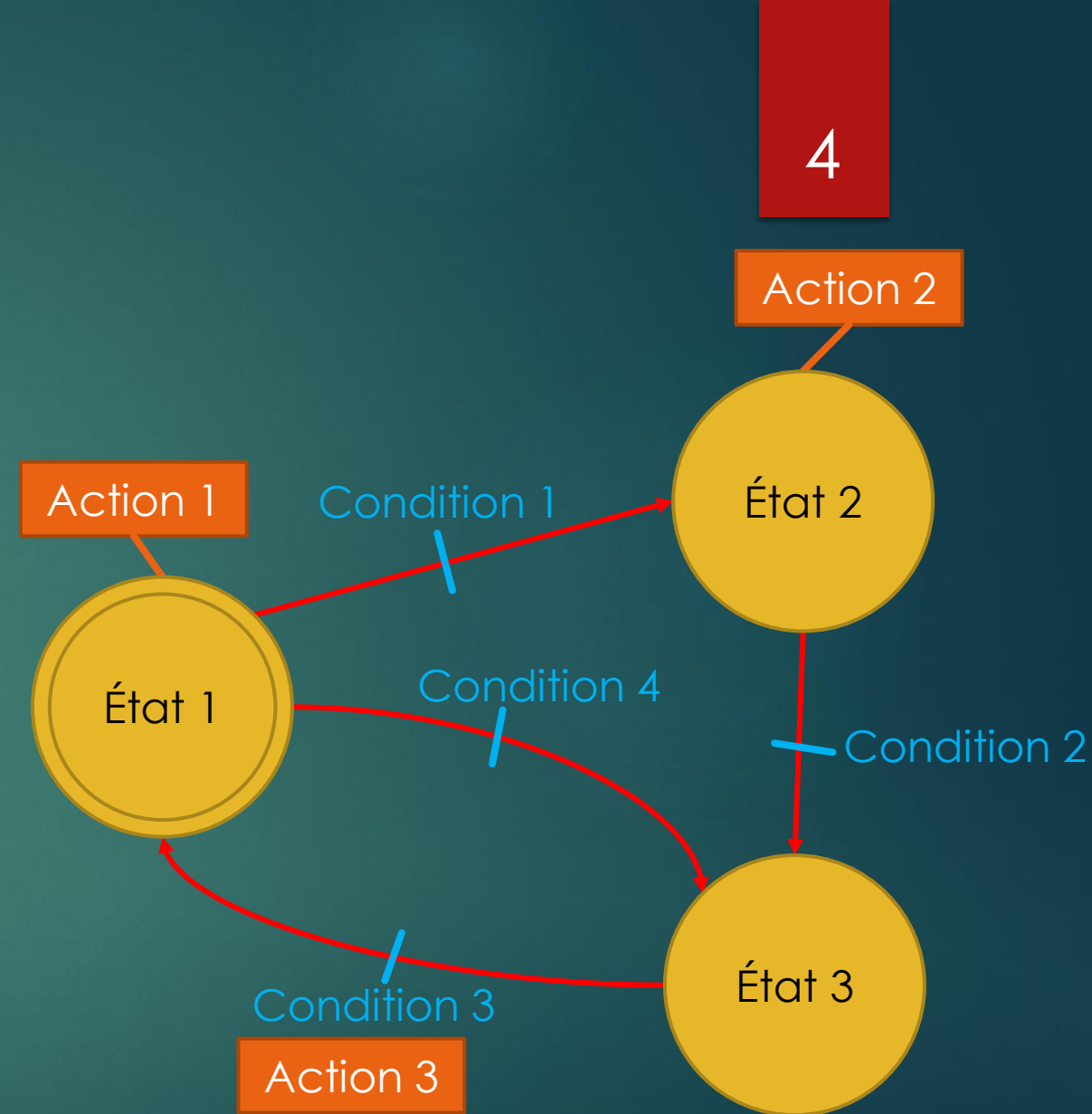
MAE et méta-modèle « standard »

- ▶ Il existe de nombreux méta-modèles de type machine à état
 - ▶ Il n'y a pas vraiment de norme établie généralisée
 - ▶ La seule « norme de facto » qui existe est le « statechart » de l'UML
 - ▶ Mais... complexe et pas forcément adapté à nos besoins (cf. notion d'état composite par exemple, qui peut être utile mais dont on n'aura pas besoin)
- ▶ On utilisera ici un méta-modèle particulier
 - ▶ Ce qui est important, c'est que tout le monde soit d'accord sur la représentation qu'ils partagent
- ▶ Retenez que la représentation et les définition peuvent varier selon le lieu (entreprise), l'outil de représentation, le contexte, etc.

Le méta-modèle MAE

► Constituants graphiques

- Un **état** est représenté par un cercle
- Une **transition** est représentée par une flèche
- Une **condition** est représentée par du texte placé sur une barre placée sur une **transition**
- Une **action** est représentée par du texte placé dans un rectangle placé sur une **transition** ou un **état**



1 – LE MÉTA-MODÈLE DE LA MAE

2 – Les règles de description d'une MAE

3 – LES RÈGLES D'ÉVOLUTION D'UNE MAE

4 – LES RÈGLES D'ACTION D'UNE MAE

Les règles d'un modèle de MAE

6

- ▶ Un modèle de MAE est donc composé des concepts **état**, **transition**, **condition** et **action**
- ▶ Les « règles » d'un modèle indiquent l'interprétation qui doit être faite de chacun de ces concepts (la *sémantique*) et leur évolution au cours de la vie du système

Les règles d'un modèle de MAE

7

► Règles concernant les états

- À tout instant, un état et un seul est *actif*, tous les autres étant *inactifs*
- L'un des états doit être défini comme « initial », c'est-à-dire que c'est lui qui sera activé au démarrage ou en cas de réinitialisation du système

► Règles concernant les transitions

- Une transition doit être dessinée entre 2 états : un état « source » et un état « cible »
 - Il est possible d'avoir une transition dont l'état source et l'état cible sont confondus
- Toute transition doit être associée à une et une seule condition

Les règles d'un modèle de MAE

8

► Règles concernant les *conditions*

- Une condition s'exprime sous la forme d'une opération booléenne dont le résultat est soit « vrai » soit « faux »
- Les conditions associées à plusieurs transitions ayant le même état source doivent être mutuellement exclusives

► Règles concernant les *actions*

- Une action se présente sous la forme d'une *variable* recevant une *valeur*

État initial

9

- ▶ Une MAE dispose obligatoirement d'un état initial
 - ▶ C'est l'état qui sera actif après reset du système
- ▶ Il existe plusieurs manières de noter l'état initial
 - ▶ Double cercle (analogie avec le Grafcet)
 - ▶ Point initial (peut-être plus « standard »)

Bah finalement,
chui initial ou
pas, moi ?

Non, le nom de
l'état ne doit pas
être utilisé pour
déterminer si il est
initial ou pas

État
initial

État
initial

État
initial

Et les variables ?

10

- ▶ Du point de vue du modèle, le terme variable rassemble à la fois les *variables internes* au modèle, mais également les entrées (*variables d'entrée*) et les sorties (*variables de sortie*)
- ▶ Rappel

Type de variable	Peut être lue	Peut être écrite
Variable d'entrée	Oui	Non
Variable interne	Oui	Oui
Variable de sortie	Non	Oui

Règles concernant les variables

11

- ▶ La valeur des variables pouvant être lues peut être utilisée dans les **conditions**
 - ▶ Utilisation dans les **conditions** se trouvant sur les transitions
 - ▶ Utilisation dans les conditions des affectations conditionnelles (voir détail plus tard sur ce point)
- ▶ La valeur des variables pouvant être écrites peut être modifiée dans une **action**
 - ▶ Une variable pouvant être écrite *doit* disposer soit d'une valeur initiale soit d'une valeur par défaut



Mais, m'sieur, c'est quoi la différence entre valeur initiale et valeur par défaut ?

On va voir ça juste après !



Emoji u1f64b 1f3fb 200d 2642.svg

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Emoji_u1f64b_1f3fb_200d_2642.svg

Emoji u1f468 1f3fc 200d 1f3eb.svg

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Emoji_u1f468_1f3fc_200d_1f3eb.svg

Description des variables

12

Nom variable	Type	Mémorisée	Valeur initiale / par défaut
Variable 1	Booléen	Non	0
Variable 2	Entier positif	Oui	5

- ▶ Une variable a un type
 - ▶ Entier, booléen, vecteur de bits, etc.
- ▶ Par ailleurs, les variables pouvant être écrites peuvent être *mémorisées* ou *non mémorisées*
 - ▶ Une variable mémorisée **conserve sa valeur** après l'affectation
 - ▶ Mais elle doit avoir une valeur initiale
 - ▶ Une variable non mémorisée **reprend sa valeur par défaut** lorsqu'elle n'est pas affectée
 - ▶ La valeur par défaut joue également le rôle de valeur initiale
- ▶ Il faut donc toujours spécifier le type des variables, et leur nature pour les variables internes et de sortie
 - ▶ On définira toujours les tables des variables associées à un modèle
 - ▶ Une pour les entrées, une pour les variables internes et une pour les sorties



1 – LE MÉTA-MODÈLE DE LA MAE

2 – LES RÈGLES DE DESCRIPTION D'UNE MAE

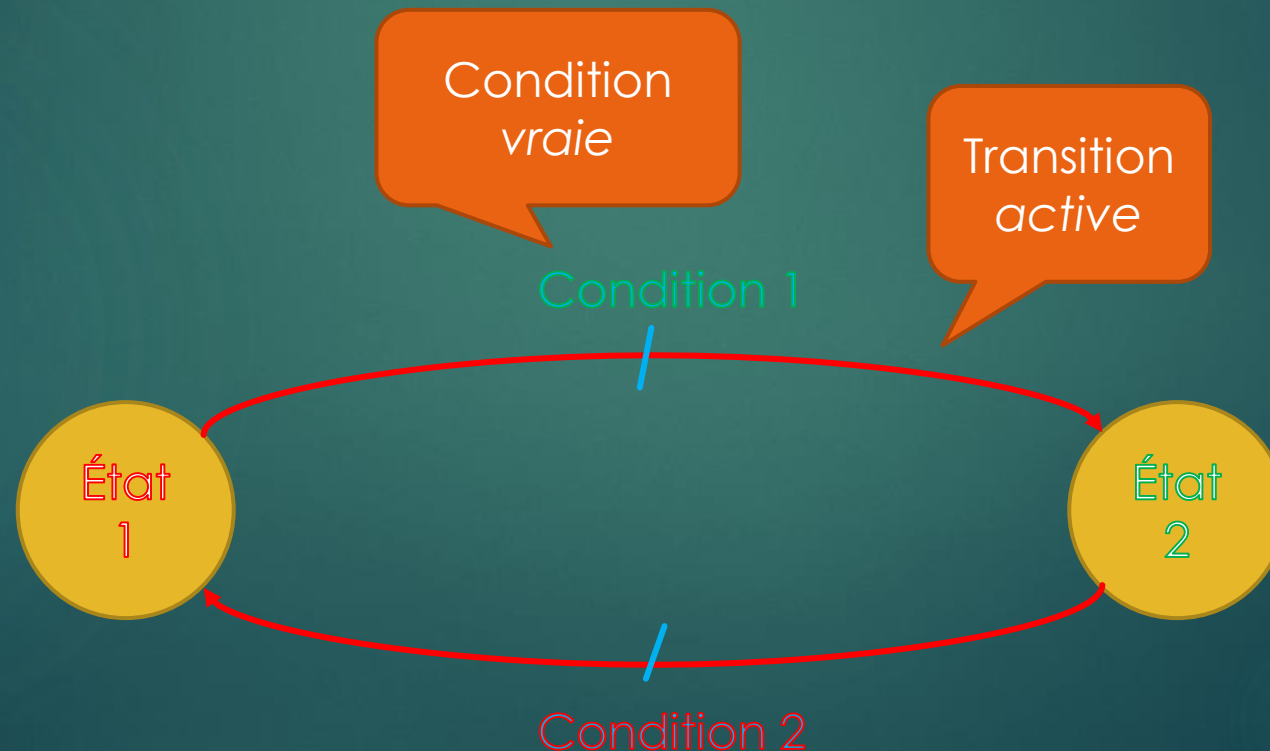
3 – Les règles d'évolution d'une MAE

4 – LES RÈGLES D'ACTION D'UNE MAE

Les règles d'évolution d'une MAE

14

- Une **transition** est active lorsque la **condition** qui y est associée est vraie

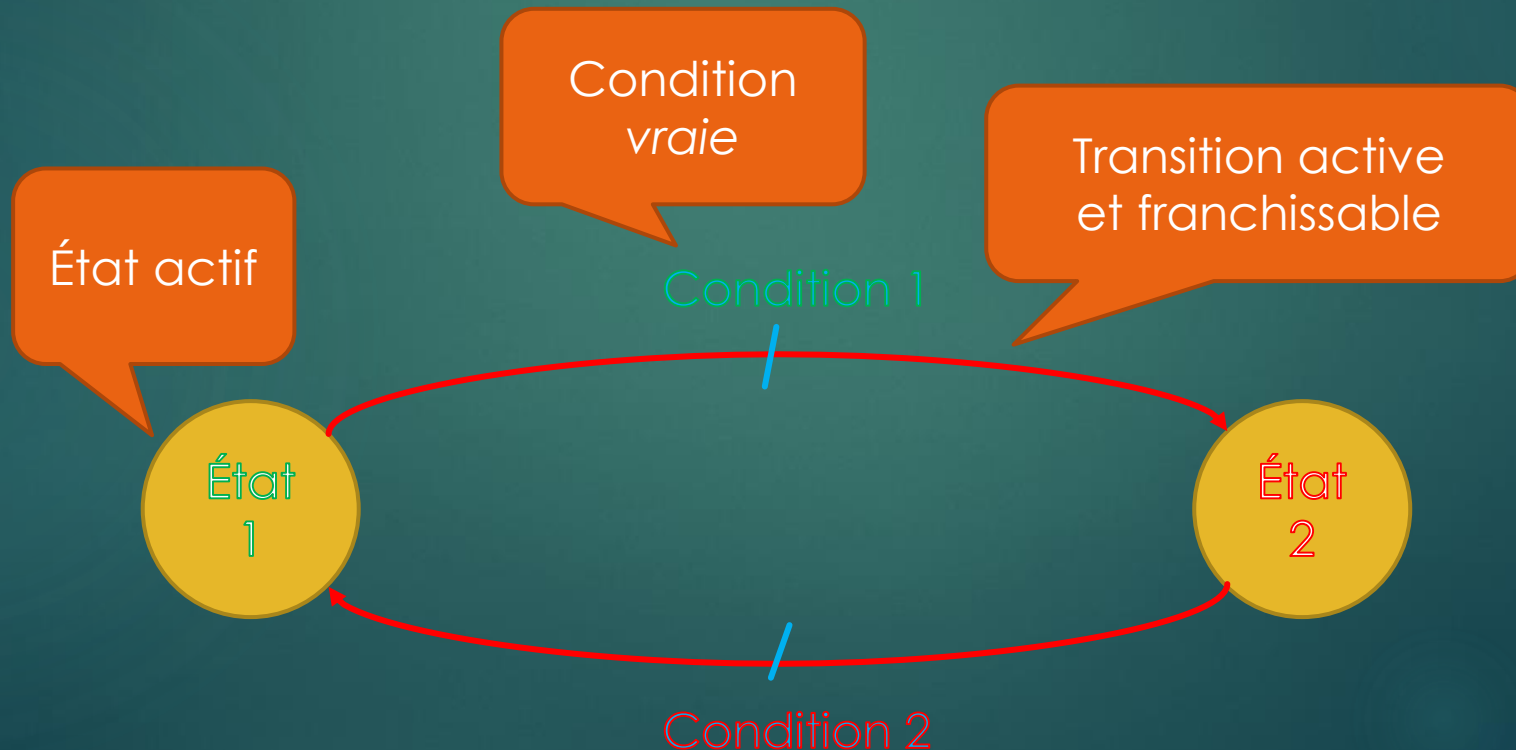


Légende :
Actif/Vrai
Inactif/Faux

Les règles d'évolution d'une MAE

15

- ▶ Une **transition** est active lorsque la **condition** qui y est associée est vraie
- ▶ Une **transition** est franchissable lorsqu'**elle** est active ET que son **état** source est actif



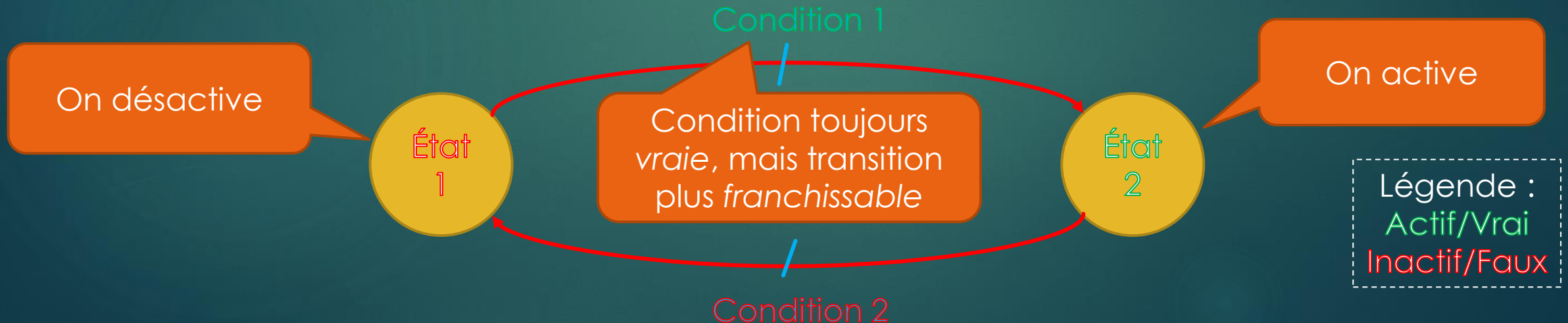
Légende :

- Actif/Vrai
- Inactif/Faux

Les règles d'évolution d'une MAE

16

- ▶ Une **transition** est active lorsque la **condition** qui y est associée est vraie
- ▶ Une **transition** est franchissable lorsqu'**elle** est active ET que son **état** source est actif
- ▶ Lorsqu'une **transition** est franchissable, elle est franchie au cours du cycle : on désactive son **état** source et on active son **état** cible
 - ▶ Une seule transition franchie par cycle !



1 – LE MÉTA-MODÈLE DE LA MAE

2 – LES RÈGLES DE DESCRIPTION D'UNE MAE

3 – LES RÈGLES D'ÉVOLUTION D'UNE MAE

4 – Les règles d'action d'une MAE

- ▶ Dans une MAE, une action consiste à affecter une valeur à une variable, c'est-à-dire à faire changer la valeur d'une variable
 - ▶ Bien entendu, on ne peut modifier la valeur que des variables accessibles en écriture !
- ▶ Lors d'un cycle, certaines actions sont *actives* et d'autres *inactives*
 - ▶ À chaque cycle, les actions actives sont *réalisées*, c'est-à-dire que l'on effectue l'action
 - ▶ Si une action reste active plusieurs cycles, elle sera réalisée plusieurs fois
- ▶ Une action peut être placée sur état ou sur transition
 - ▶ Une action sur état est active tant que l'état qui la porte est actif
 - ▶ Une action sur transition est dite « impulsionnelle », elle est active uniquement au cycle où la transition est franchie

Action selon la nature des variables

19

- ▶ Les variables mémorisées ou non ne réagissent pas de la même manière à la désactivation d'une action
 - ▶ Une variable mémorisée conserve sa valeur même lorsqu'aucune action active n'agit dessus
 - ▶ Une variable non mémorisée reprend sa valeur par défaut lors d'un cycle où aucune action agissant sur cette variable n'est active
- ▶ La même action peut donc avoir un effet soit temporaire, soit persistant, selon la nature de la variable affectée

Représentation des actions

20

- ▶ Ne pas oublier les tables des variables !
 - ▶ Permet de connaître la nature de la variable (mémorisée ou non)
 - ▶ Permet de connaître la valeur initiale/par défaut de la variable
- ▶ Il faut préciser la valeur affectée à la variable par l'action
 - ▶ Cas particulier : pour les actions non mémorisées affectant la valeur 1 à des variables booléennes, on peut se permettre d'omettre la valeur
- ▶ Pour plus de facilité de lecture, on ajoutera un « M » aux actions sur les variables mémorisées
- ▶ Pour les actions conditionnelles, la condition doit être précisée

Nom variable	Type	Mémorisée	Valeur initiale / par défaut
Variable 1	Booléen	Non	0
Variable 2	Entier positif	Oui	5
Variable 3	{vert, jaune, rouge, incolore}	Oui	incolore

