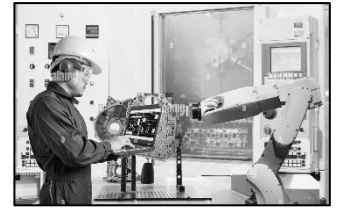


# Chapitre 1 : Graphe d'état stm

## I. Introduction

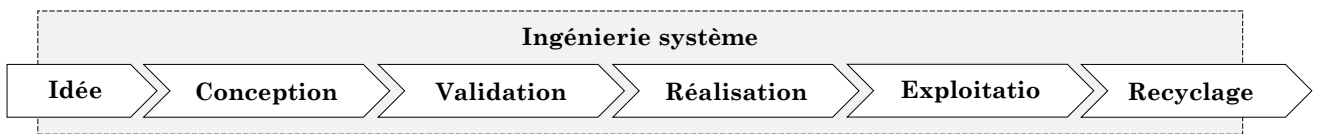
L'Ingénierie Système (IS) est une démarche méthodologique générale qui permet de concevoir, faire évoluer et vérifier un système. L'ensemble de ces activités permet d'apporter une solution économique et performante aux besoins d'un client et à la vie d'une entreprise.



La démarche de l'Ingénierie Système fait appel à trois visions d'un produit ou système :

- **Fonctionnelle** : permet de décrire l'expression du besoin et la réponse en terme fonction et de cahier des charges.
- **Structurelle** : permet de décrire la structure du système.
- **Comportementale** : permet de décrire le comportement du système

Il s'est avéré nécessaire d'avoir un outil numérique commun d'un bout à l'autre de la chaîne pour des raisons de performance et de compétitivité.



Le langage Sys ML répond à ce besoin : SysML (Systems Modeling Language) est un langage de modélisation généraliste conçu pour la conception et l'analyse de systèmes complexes. Il permet de représenter graphiquement les spécifications, les exigences, les structures, les comportements et les contraintes des systèmes.

En génie électrique (GE), nous étudierons le **diagramme d'état**, le **diagramme de séquence** et le **diagramme de bloc interne**. Le reste du cours sera abordé en génie mécanique (GM).

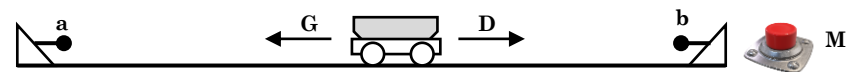
## II. Diagramme d'état (stm)

### 1. Définition

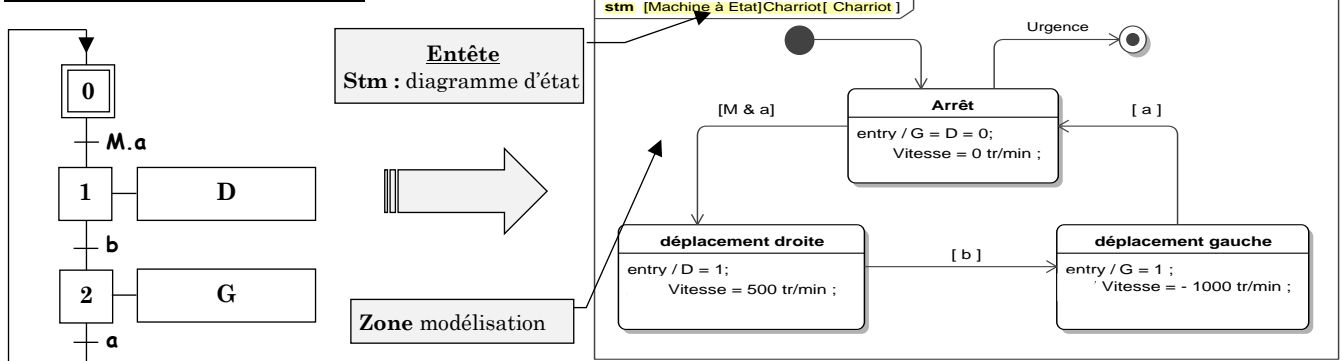
Un diagramme d'état (State Machine Diagram) est un outil graphique utilisé pour représenter les états et les transitions d'un système ou d'un composant au cours de son cycle de vie. Il montre comment un système réagit à différents événements et conditions, et décrit le comportement séquentiel du système.

#### Exemple : Commande d'un charriot

Un charriot est un dispositif de transport pour déplacer des charges. En appuyant sur le bouton M quand il est en A, il se rend en B (ordre D), revient en A (ordre G), et s'arrête.



Entrées		Sorties	
M	Départ cycle	G	Moteur en sens avant G=1
a	Fin de course à gauche	D	Moteur en sens arrière D=1
b	Fin de course à droite		

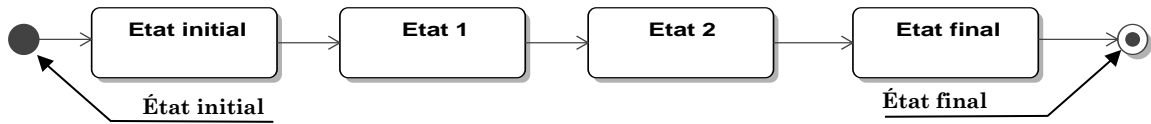


Les graphes d'états STM sont excellents pour modéliser des systèmes complexes avec des transitions détaillées et des comportements conditionnels, tandis que les autres graphes, comme le GRAFCET et les organigrammes, sont limités à des applications simples et à l'automatisation industrielle.

## 2. Descriptif des constituants d'un graphe d'état

### 2.1. Etat initial et état final

- **État initial** : Point de départ de la séquence, pouvant correspondre à la mise sous tension.
- **État final** : Fin du fonctionnement du système, pouvant correspondre à la mise hors tension.

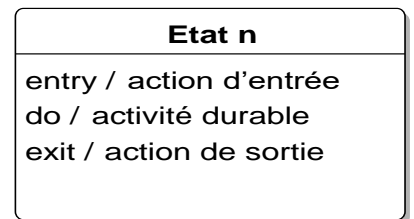


### 2.2. État (activité & action)

Un état est représenté par un rectangle à coins arrondis. Un état, on peut principalement rattacher par l'intermédiaire de mots clé une activité, une action d'entrée et une action de sortie.

Les événements entry, do et exit indiquent ce qu'il se passe :

- À l'entrée dans l'état (mot clé entry),
- Pendant l'état (do),
- À la sortie de l'état (exit).



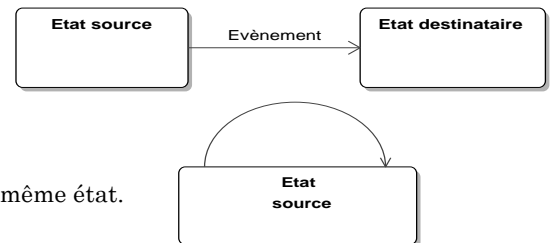
**Remarque :** Une **activité** est une tâche qui prend du temps et peut être interrompue, tandis qu'une **action** est une opération instantanée. Par exemple, une action peut changer l'état d'une sortie (**SORTIE** : = 0 ou **SORTIE** : = 1) ou modifier une variable interne, comme incrémenter un compteur (**C** : = **C** + 1).

#### Exemple :

- **Activité** : Remplir un réservoir d'eau (cela prend du temps et peut être interrompu).
- **Action** : Activer une pompe (**SORTIE** : = 1) ou incrémenter un compteur d'eau de 1 (**C** : = **C** + 1).

### 2.3. Transition

Une transition (trait droit fléché) représente le passage instantané d'un état (état source) vers un autre (état destination).

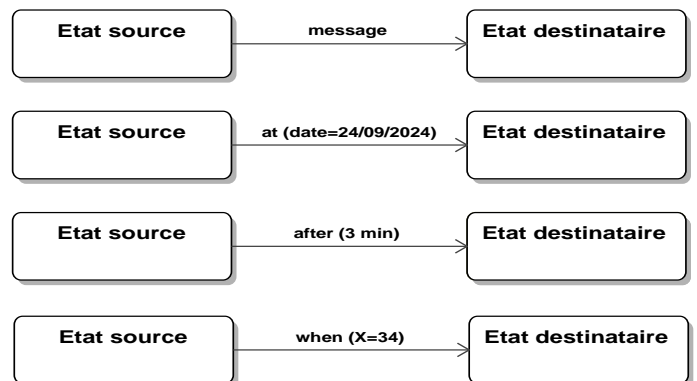


Une transition réflexive entraîne une sortie d'état puis un retour dans ce même état.

### 2.4. Événement

L'événement détermine le franchissement de la transition, il existe quatre cas :

- **Evènement signal (message)** : Un signal est émis à destination d'un objet ; cette émission est asynchrone, c-à-dire que le destinataire ne l'attend pas.
- **Evènement temporel** :
  - **at (date)** : pour spécifier une date
  - **after (durée)** : pour spécifier une durée à partir de l'instant d'activation de l'état précédent



- **Evènement de changement** : Emis dès qu'une expression booléenne passe de faux à vrai. On utilise : **When** (expression booléenne).

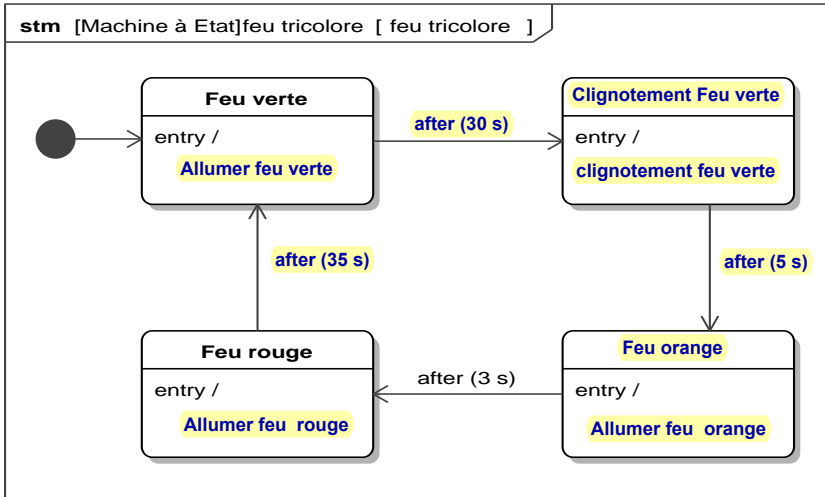
o **Sans événement :**

Une transition sans nom d'événement est appelée transition automatique, elle est déclenchée lorsque l'activité de l'état source est terminée.



**Exemple : fonctionnement du feu tricolore**

Le cycle du feu tricolore commence avec l'allumage du feu vert pendant 30 secondes, dont les 5 dernières secondes clignent pour signaler la fin de la période verte. Ensuite, le feu orange s'allume pendant 3 secondes, suivi du feu rouge pendant 35 secondes. Le cycle se répète jusqu'à l'arrêt du système.



o **Question :** compléter le diagramme d'état de feu tricolore.

**2.5. Condition de garde**

- o La condition de garde doit être vérifiée au moment de l'événement pour permettre la transition.
- o Il est possible d'avoir une condition de garde sans événement ; si cette condition est remplie, la transition ne s'effectue qu'à la fin de l'activité de l'état source.
- o Une action peut également être exécutée lors de la transition. Si la condition de garde est remplie, les actions sont réalisées, puis l'état destinaire s'active.



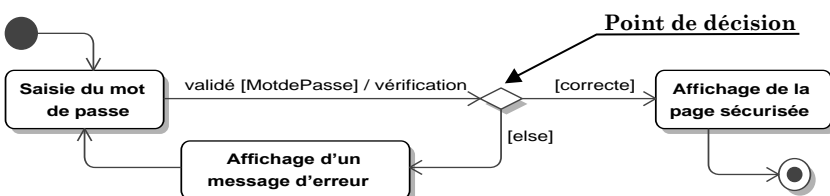
**2.6. Point de choix : Point de décision**

Ces points permettent à plusieurs transitions de partager des segments communs. L'utilisation de points de jonction vise à rendre la notation des transitions alternatives plus claire :



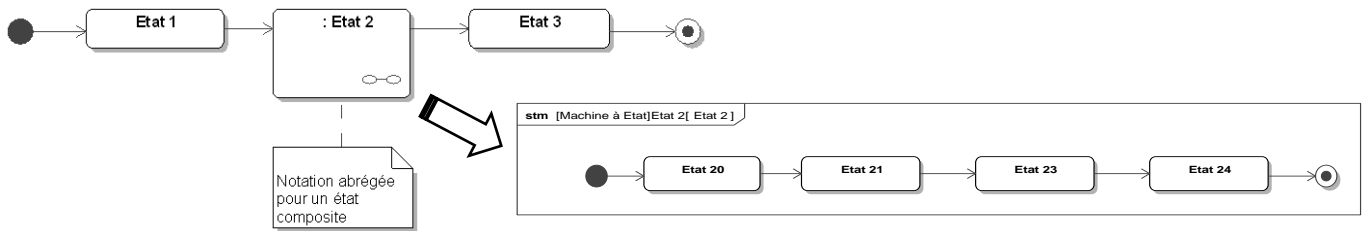
**Exemple : Authentification privé de site CPGE**

L'accès à l'espace privé nécessite un nom d'utilisateur et un mot de passe, après vérification des données.



### 3. État composite

Un état composite est un état complexe, constitué de sous-états reliés par des transitions, introduisant des niveaux hiérarchiques d'états. Cette décomposition améliore la lisibilité des diagrammes d'état, facilitant la modélisation des systèmes séquentiels complexes.

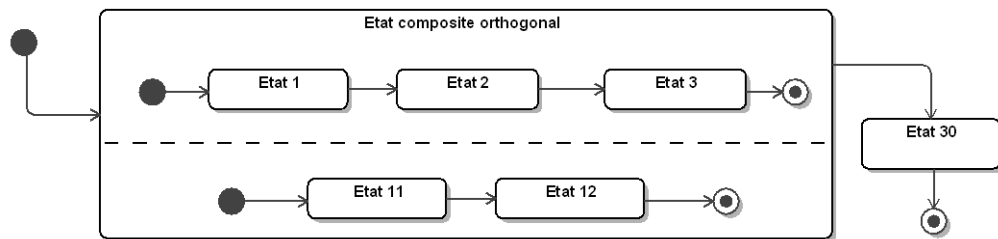


**Remarque :** L'activation de l'état composite 2 conduit à un autre diagramme qui exécute les états 20 à 24. Il est important de noter que l'état composite possède toujours un état initial.

### 4. Concurrence et synchronisation : état composite orthogonal

#### ⇒ Etat composite orthogonal

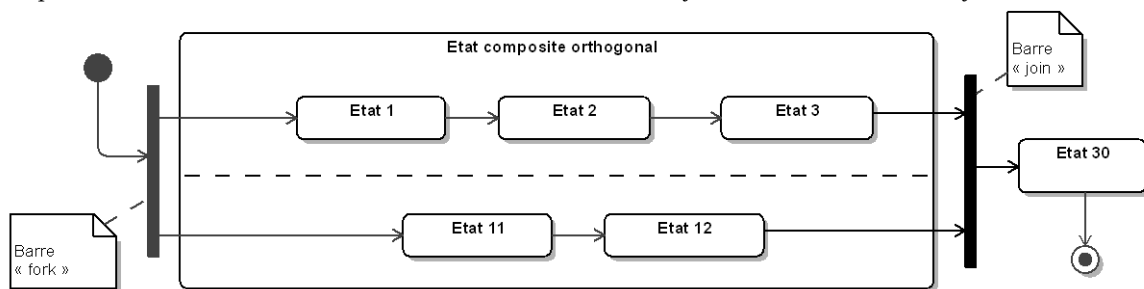
Dans un état composite, plusieurs graphes d'état évoluent simultanément en parallèle. Cet état orthogonal comprend plusieurs régions avec leurs propres états et transitions, séparées graphiquement par des traits pointillés horizontaux ou verticaux.



**Remarque :** Toutes les régions concurrentes doivent atteindre leur état final pour que l'état composite soit considéré comme terminé.

#### ⇒ Synchronisation

Dans un diagramme d'état, "Fork" divise un flux en plusieurs flux parallèles, tandis que "Join" les combine en un seul flux. Cela permet de modéliser des transitions concurrentes et leur synchronisation dans un système.



**Remarque :** Les transitions automatiques (ou conditions de garde) depuis une barre de synchronisation « fork » se déclenchent simultanément. Une barre de synchronisation « join » n'est franchie qu'après le déclenchement de toutes les transitions y convergeant.

### 5. Etat historique, super état et souches

⇒ **État historique :** Un état qui mémorise le dernier état actif d'une région lorsqu'elle était active pour permettre une reprise à partir de cet état lors de la prochaine activation de la région.

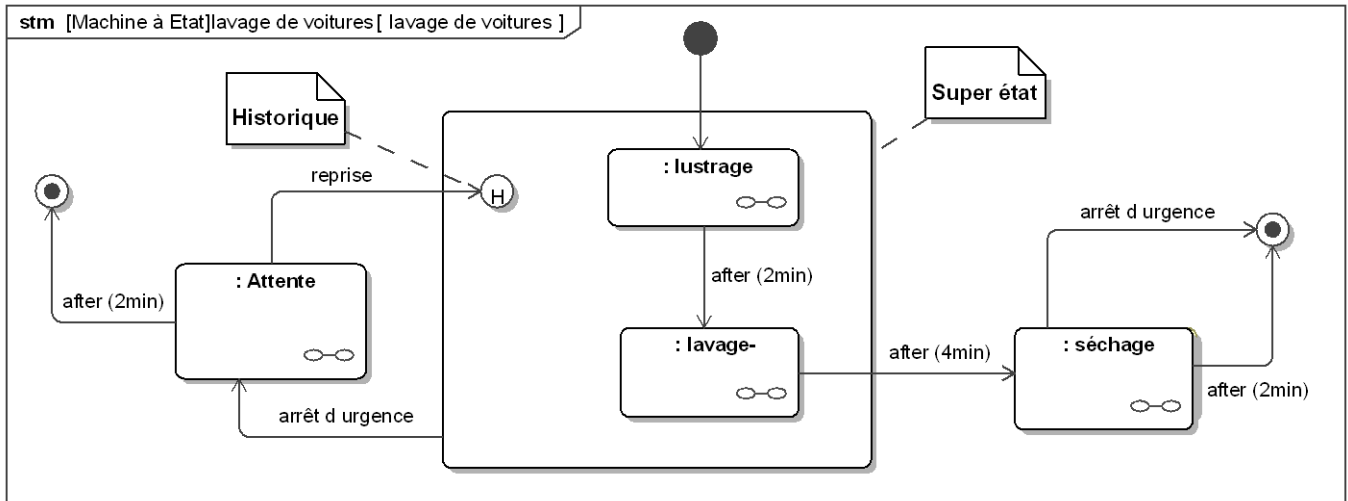
- **Super état** : Un état qui contient d'autres états (sous-états) et transitions, permettant de regrouper et d'organiser les états de manière hiérarchique.

**Exemple : lavage automatique des voitures.**

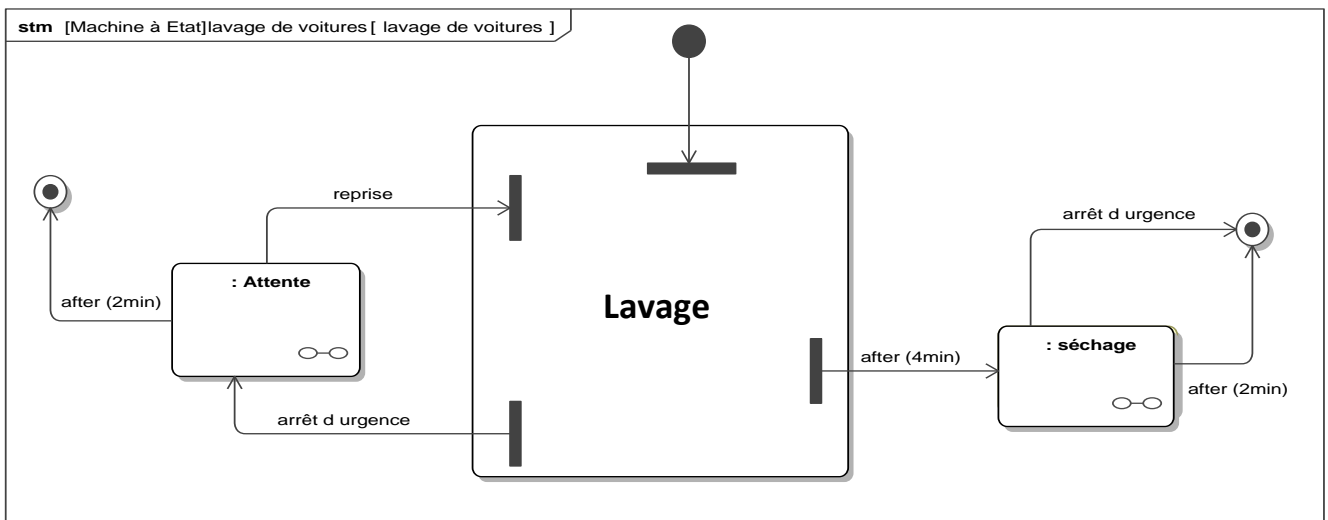
En phase de lustrage ou de lavage, si le client appuie sur le bouton d'arrêt d'urgence, la machine se met en attente. Le client dispose alors de deux minutes pour reprendre le fonctionnement là où il en était, sinon la machine s'arrête complètement.



En phase de séchage, si le client interrompt la machine, celle-ci interrompt définitivement le cycle en cours, mais peut recommencer un cycle complet de lavage.



- **Souches** : Points d'entrée et de sortie des transitions dans un état composite, représentant où les transitions entrent ou sortent d'un état complexe sans spécifier des états internes spécifiques.



**III. Conclusion**

En conclusion, le graphe d'état est un outil essentiel en Sys ML pour l'ingénierie système. Il permet de modéliser de manière claire et structurée les comportements dynamiques des systèmes complexes, en capturant les états, transitions, synchronisations, et hiérarchies d'états. La maîtrise de ces concepts, tels que les états historiques, super états, et transitions synchronisées, est cruciale pour une compréhension approfondie et une mise en œuvre efficace des systèmes modélisés. Cela garantit une conception robuste et une gestion optimale des différentes interactions et évolutions possibles au sein du système.