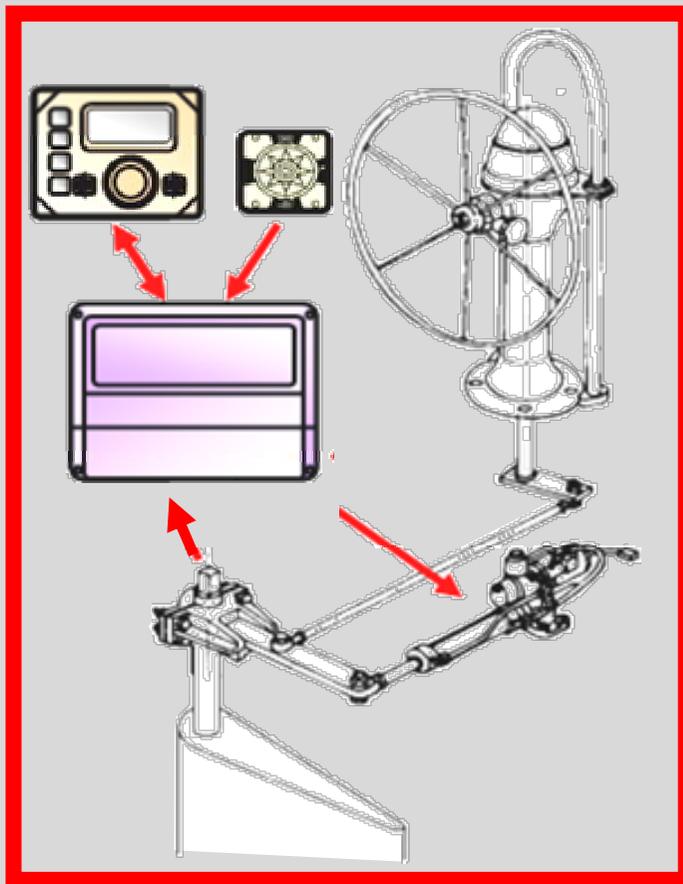




Complément sur la Modélisation des Liaisons - Liaisons Equivalentes

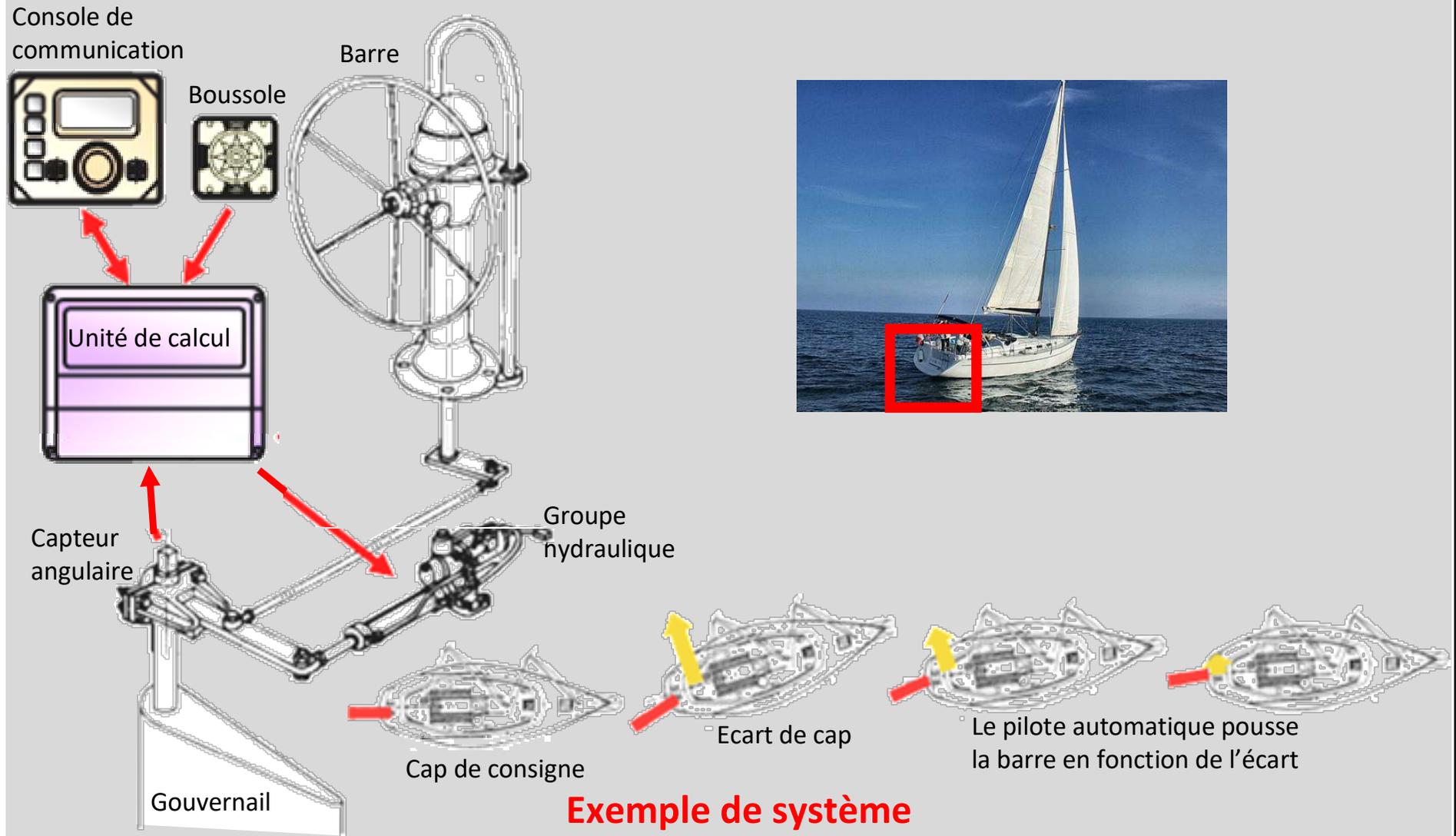


Exemple de système
**PILOTE AUTOMATIQUE DE
BATEAU**

Introduction



SII - F. MATHURIN



Exemple de système PILOTE AUTOMATIQUE DE BATEAU

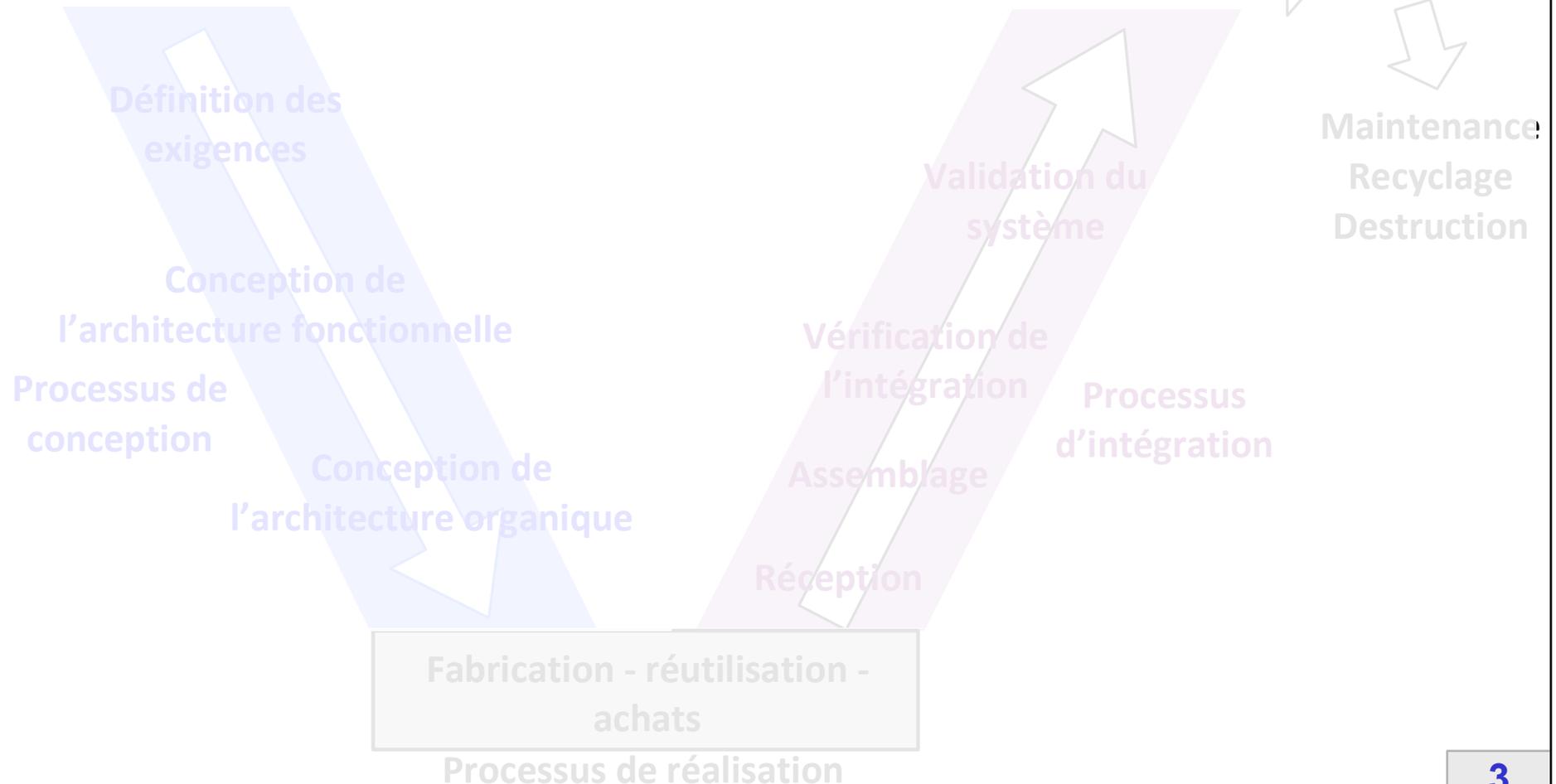
Introduction



SII - F.MATHURIN

Cycle en V en Ingénierie

Définition du besoin
et étude de faisabilité



Introduction



SII - F.MATHURIN

Cycle en V en Ingénierie

Définition du besoin
et étude de faisabilité

Définition des
exigences

Conception de
l'architecture fonctionnelle

Processus de
conception

Conception de
l'architecture organique

Système livré

Utilisation

Maintenance
Recyclage
Destruction

Validation du
système

Vérification de
l'intégration

Processus
d'intégration

Assemblage

Réception

Fabrication - réutilisation -
achats

Processus de réalisation

Introduction



SII - F.MATHURIN

Cycle en V en Ingénierie

Définition du besoin
et étude de faisabilité

Définition des
exigences

Conception de
l'architecture fonctionnelle

Processus de
conception

Conception de
l'architecture organique

Fabrication - réutilisation -
achats

Processus de réalisation

Système livré

Utilisation

Maintenance
Recyclage
Destruction

Validation du
système

Vérification de
l'intégration

Processus
d'intégration

Assemblage

Réception

Introduction



SII - F. MATHURIN

Cycle en V en Ingénierie

Définition du besoin
et étude de faisabilité

Définition des
exigences

Conception de
l'architecture fonctionnelle

Processus de
conception

Conception de
l'architecture organique

Système livré

Validation du
système

Vérification de
l'intégration

Assemblage

Réception

Processus
d'intégration

Fabrication - réutilisation -
achats

Processus de réalisation

Utilisation

Maintenance
Recyclage
Destruction

Introduction



SII - F.MATHURIN

Cycle en V en Ingénierie

Définition du besoin
et étude de faisabilité

Définition des
exigences

Conception de
l'architecture fonctionnelle

Processus de
conception

Conception de
l'architecture organique

Système livré

Utilisation

Maintenance
Recyclage
Destruction

Validation du
système

Vérification de
l'intégration

Processus
d'intégration

Assemblage

Réception

Fabrication - réutilisation -
achats

Processus de réalisation

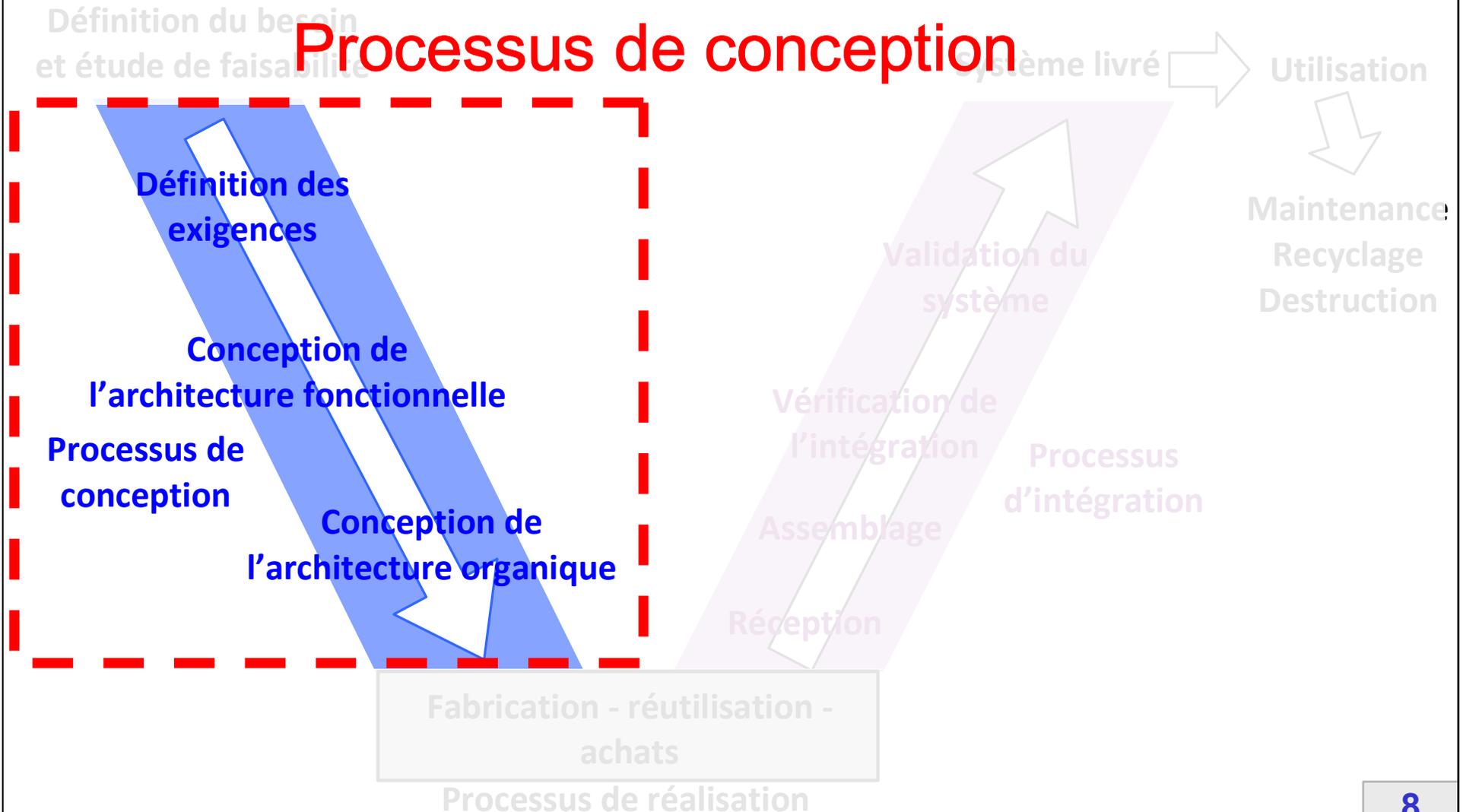
Introduction



SII - F. MATHURIN

Cycle en V en Ingénierie

Processus de conception

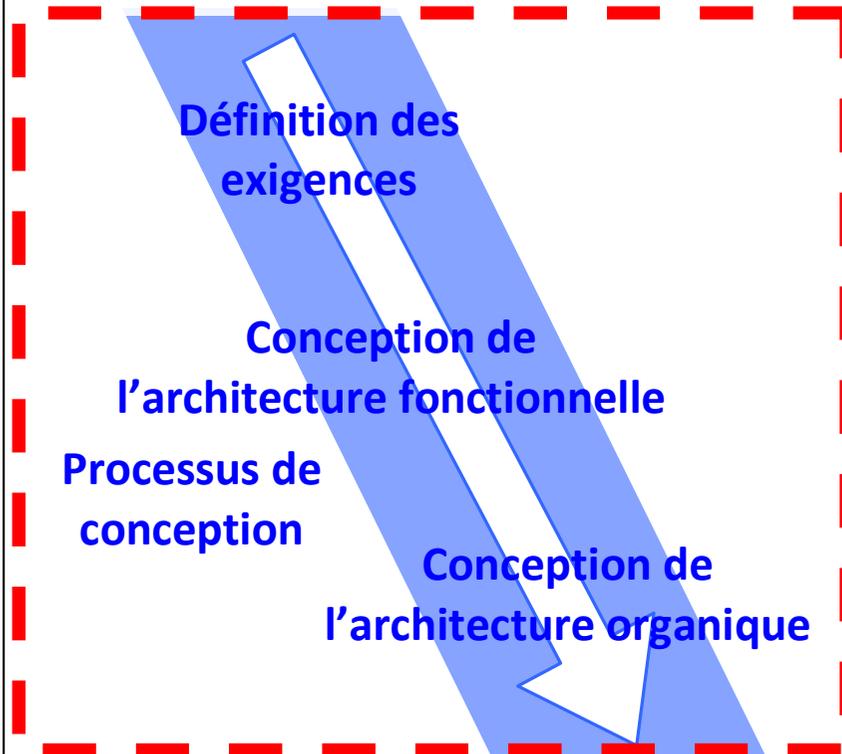


Introduction



SII - F.MATHURIN

Processus de conception



Objectif :

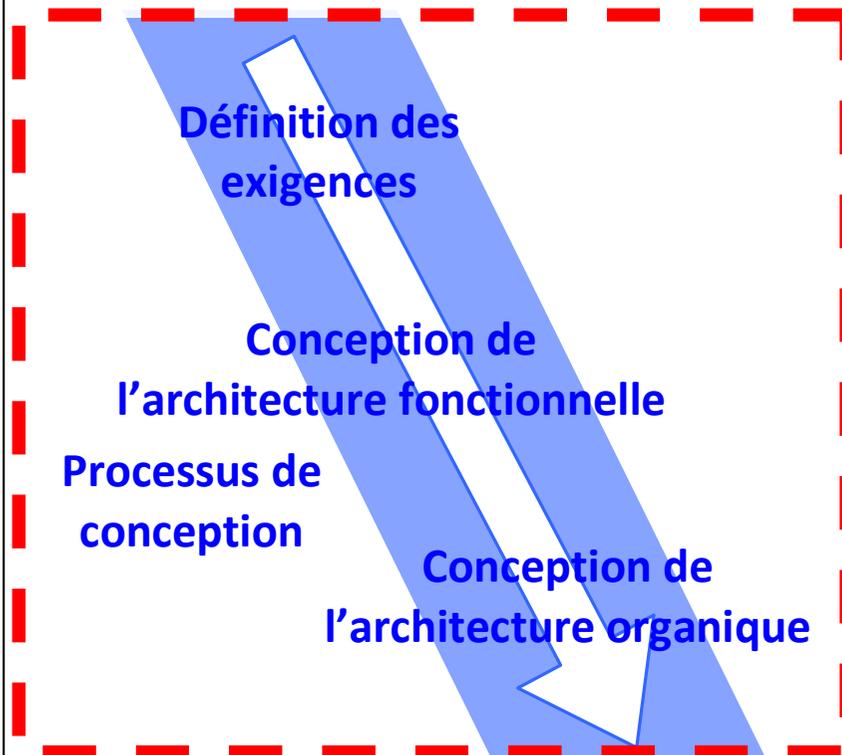
Choisir et dimensionner des solutions techniques.

Introduction



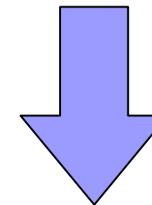
SII - F.MATHURIN

Processus de conception



Objectif :

Choisir et dimensionner des solutions techniques.



Utilisation de **modèles** et d'**outils adaptés**

Introduction



SII - F.MATHURIN

Définition du besoin
et étude de faisabilité

Définition des
exigences

Conception de
l'architecture fonctionnelle

Processus de
conception

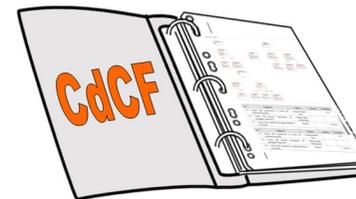
Conception de
l'architecture organique

Fabrication -
ach

Introduction



SII - F.MATHURIN



Diagrammes fonctionnels SysML

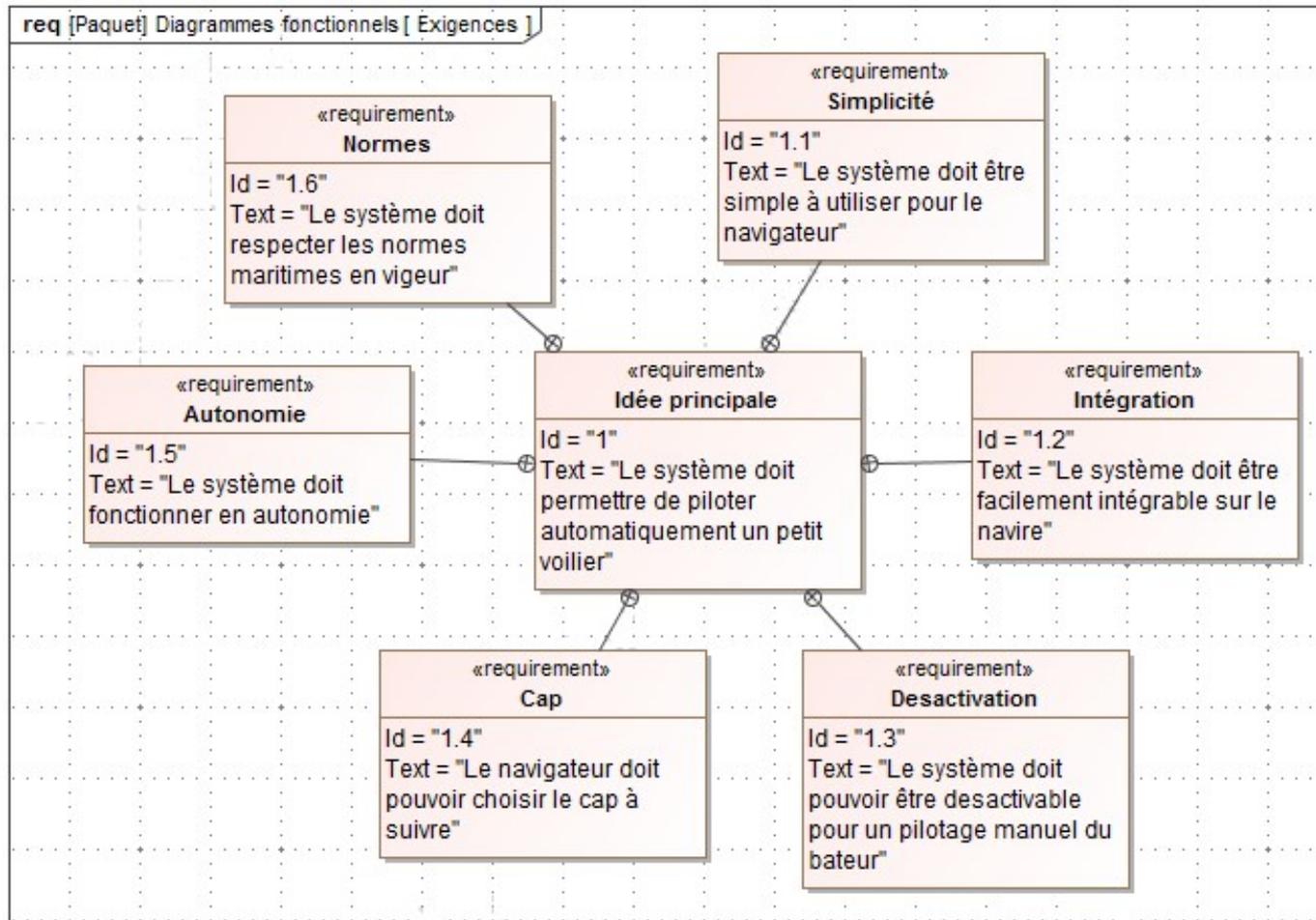
Définition du besoin
et étude de faisabilité

Définition des
exigences

Conception de
l'architecture fonctionnelle

Conception de
l'architecture organique

Fabrication -
ach

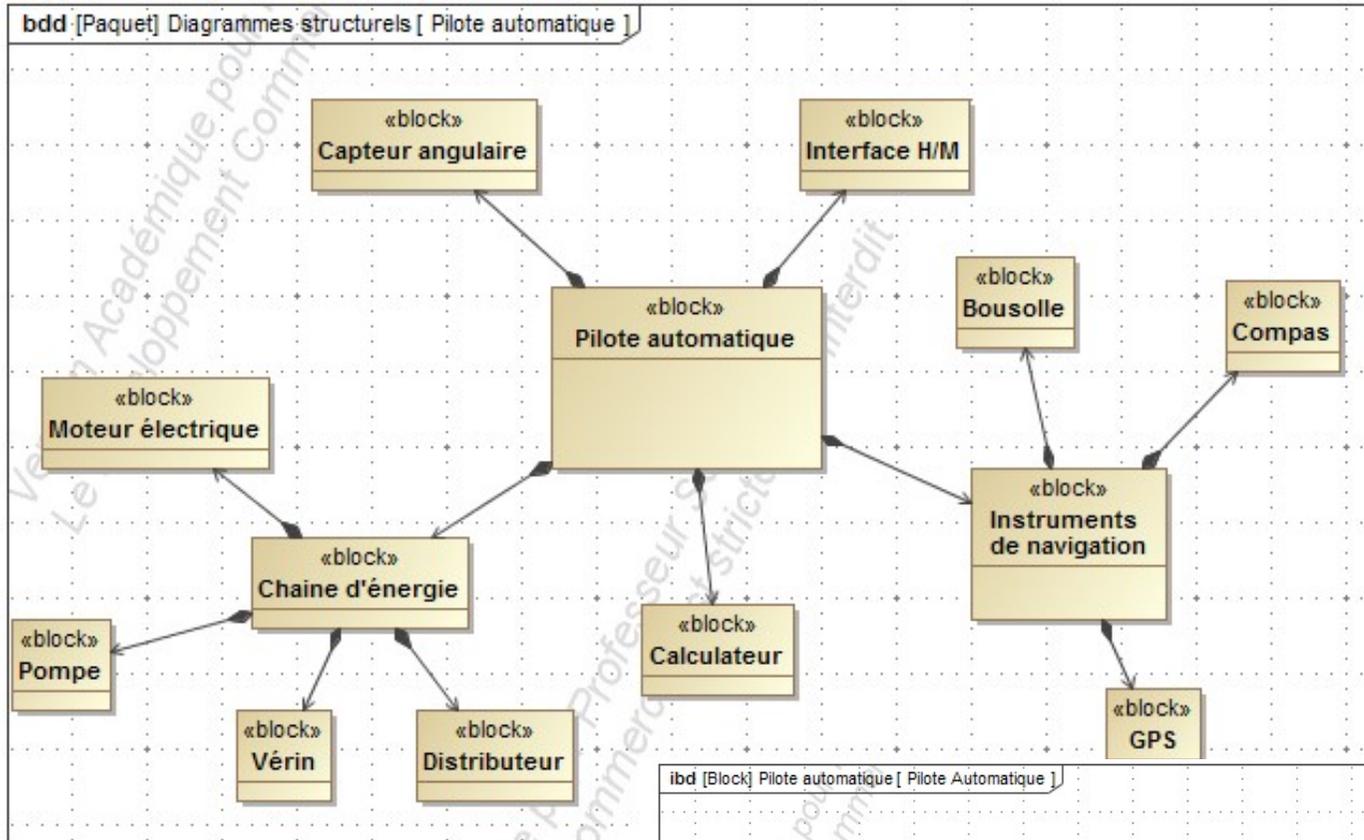


Introduction



SII - F.MATHURIN

Diagrammes Structurels SysML



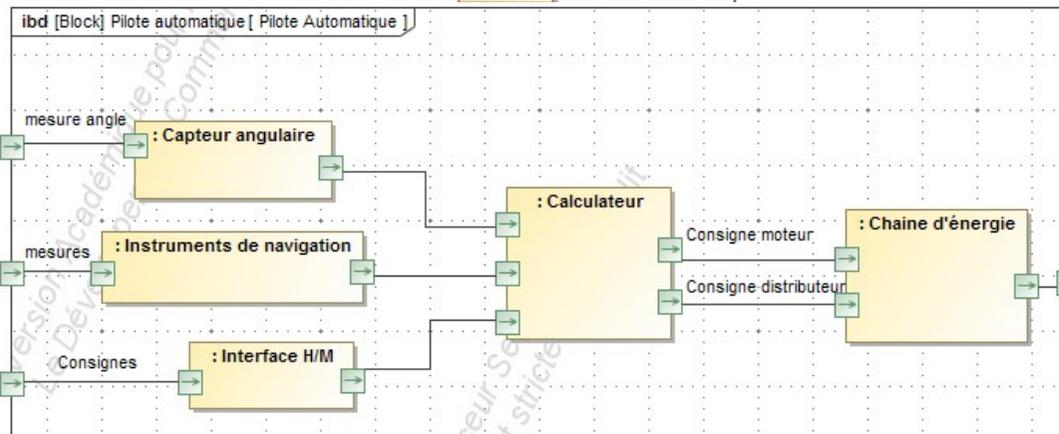
Définition du besoin
et étude de faisabilité

Définition des
exigences

**Conception de
l'architecture fonctionnelle**

Conception de
l'architecture organique

Fabrication -
ach



Introduction



SII - F.MATHURIN

Schéma bloc + modélisation en SLCI

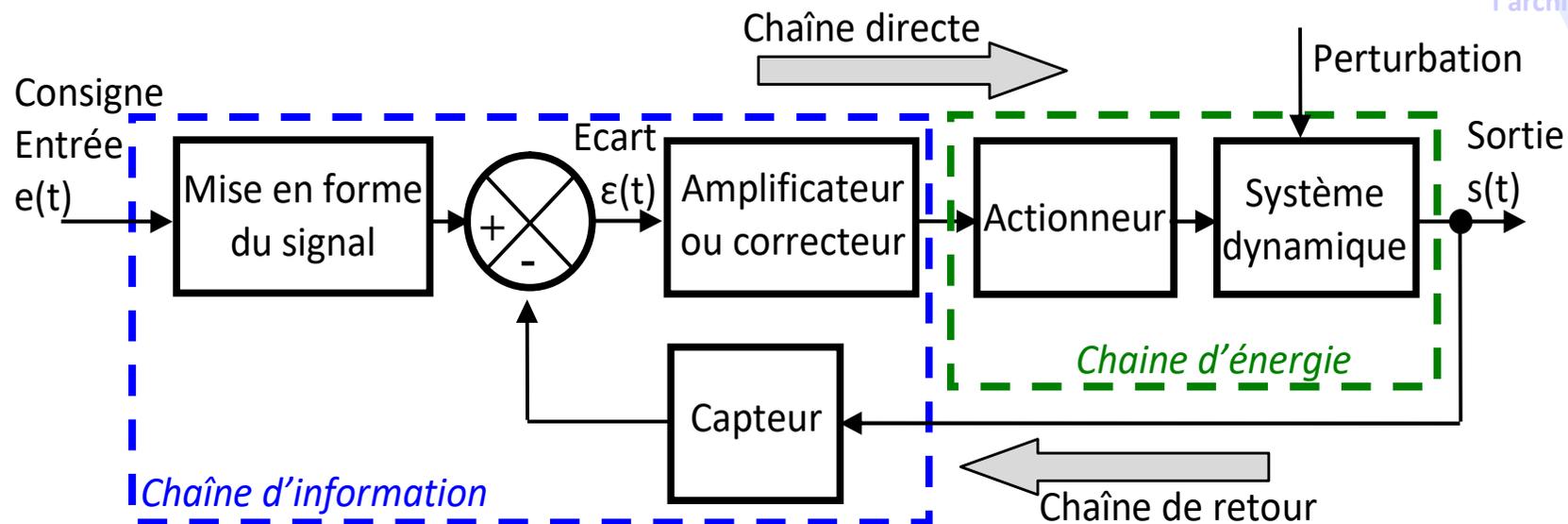
Définition du besoin
et étude de faisabilité

Définition des
exigences

Conception de
l'architecture fonctionnelle

Conception de
l'architecture organique

Fabrication -
ach

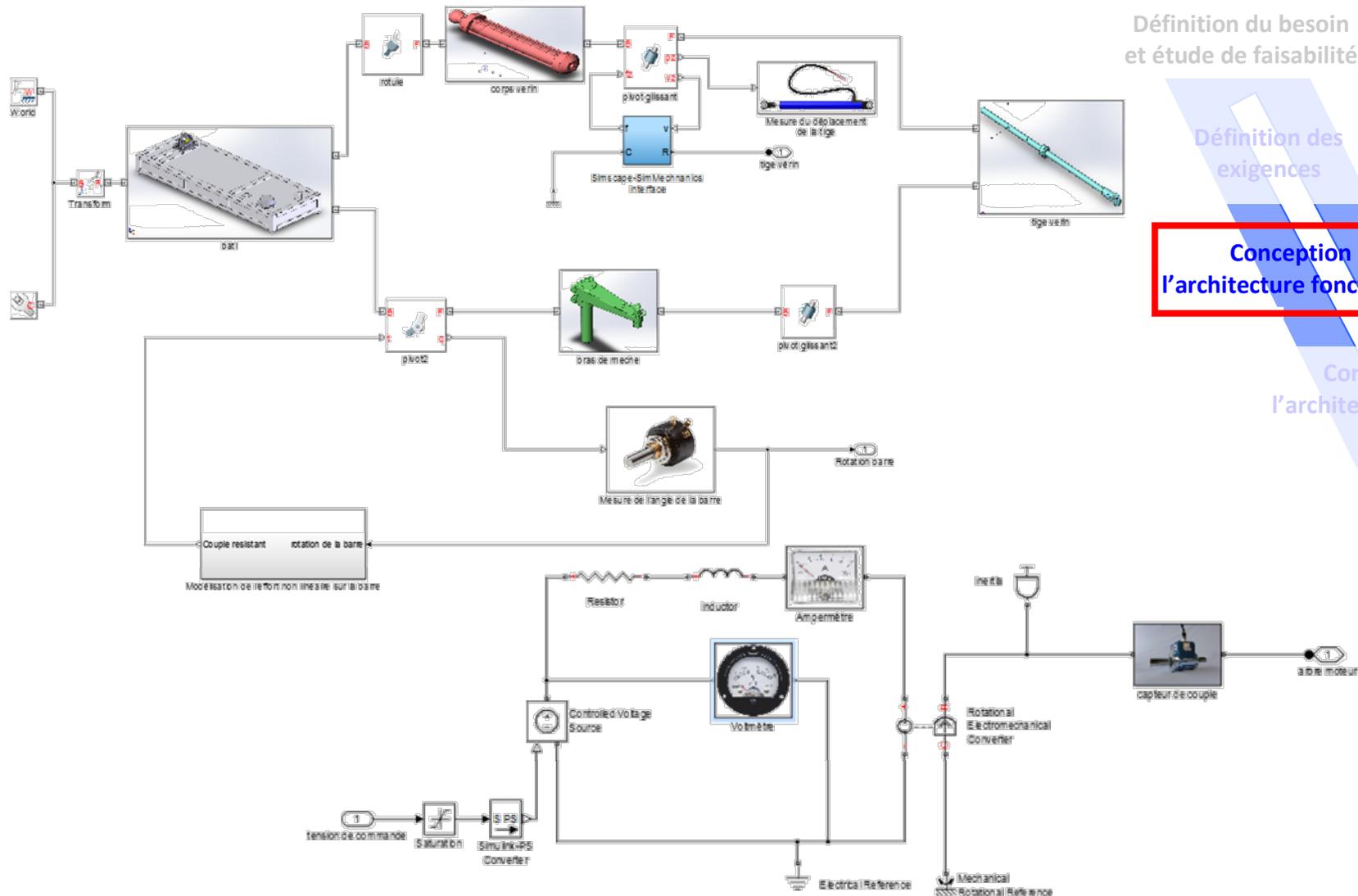


Introduction



SII - F.MATHURIN

Modèles multiphysiques



Définition du besoin
et étude de faisabilité

Définition des
exigences

**Conception de
l'architecture fonctionnelle**

Conception de
l'architecture organique

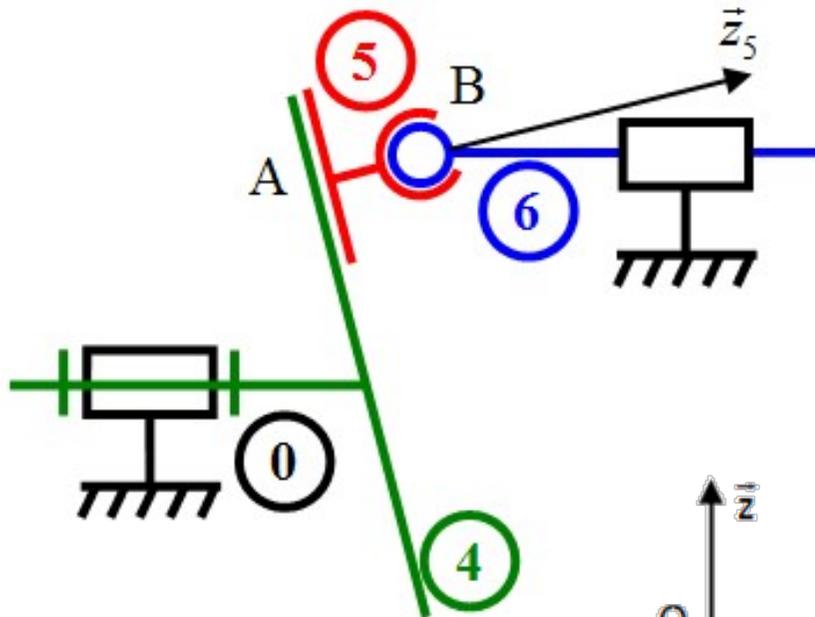
Fabrication -
ach

Introduction



SII - F.MATHURIN

Schéma cinématique + Schéma d'architecture



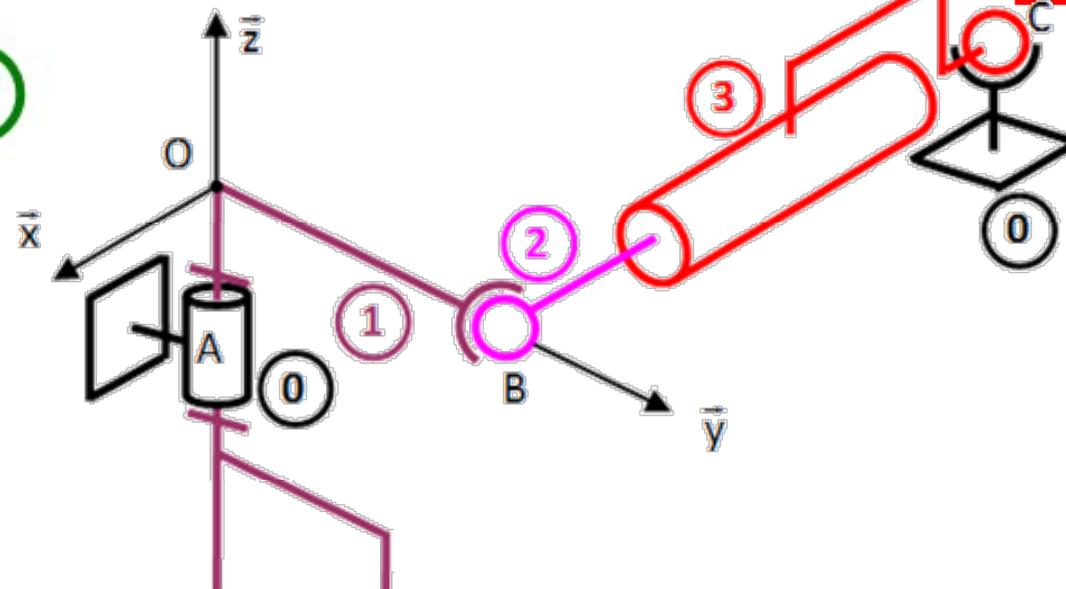
Définition du besoin
et étude de faisabilité

Définition des
exigences

Conception de
l'architecture fonctionnelle

Conception de
l'architecture organique

Fabrication -
ach

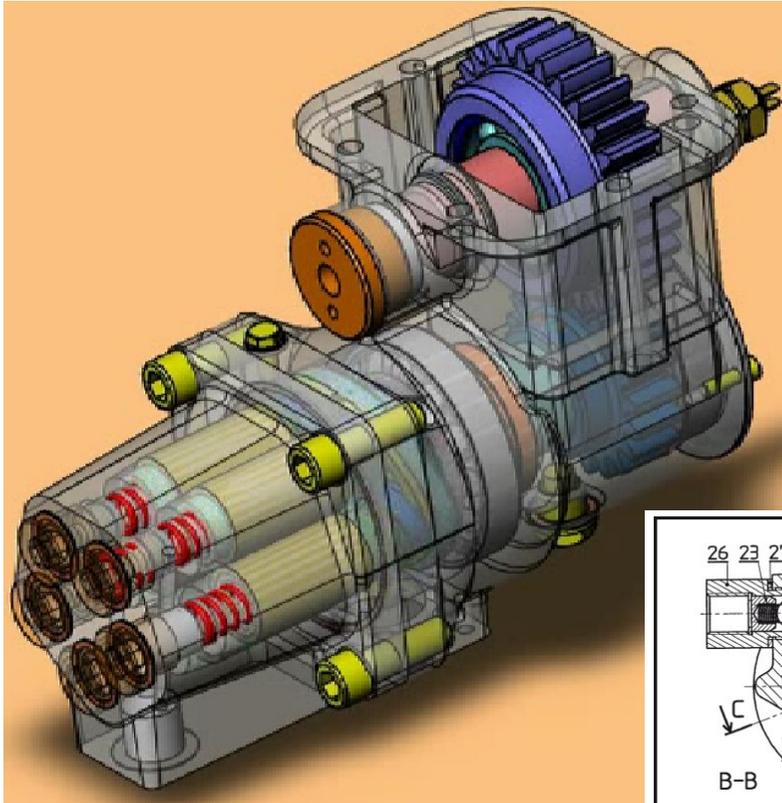


Introduction



SII - F.MATHURIN

Modèles CAO et plans



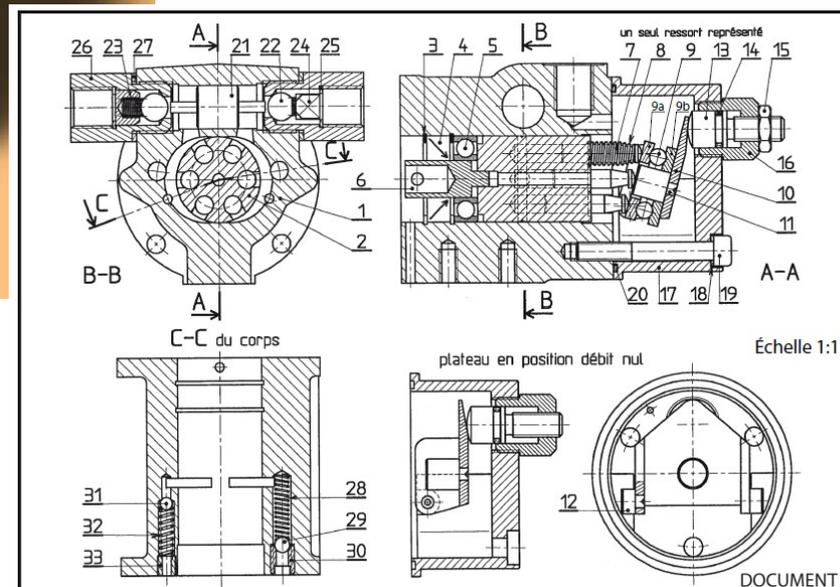
Définition du besoin
et étude de faisabilité

Définition des
exigences

Conception de
l'architecture fonctionnelle

**Conception de
l'architecture organique**

Fabrication -
ach



Introduction



SII - F.MATHURIN

Objectif Cours :

Compléter les connaissances sur la **modélisation des systèmes** nécessaire pour la **théorie des mécanismes** en 2^{ème} année.



- 1 - Rappel de la Démarche de Modélisation**
- 2 - Liaisons Simples**
- 3 - Modélisation Cinématique et Statique des Liaisons**
- 4 - Nécessité de Combinaison des Liaisons - Liaison Equivalente**



1 - Rappel de la Démarche de Modélisation

2 - Liaisons Simples

3 - Modélisation Cinématique et Statique des Liaisons

4 - Nécessité de Combinaison des Liaisons - Liaison Equivalente

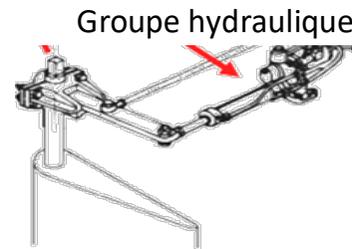
1. Rappel de la démarche de modélisation



SII - F.MATHURIN

Domaine Physique (réel)

Comportement réel du système



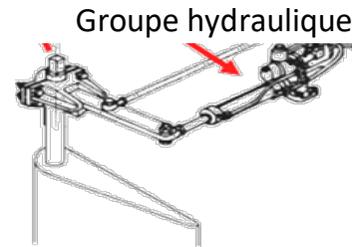
1. Rappel de la démarche de modélisation



SII - F.MATHURIN

Domaine Physique (réel)

Comportement réel du système



Domaine de simulation

Outils de calcul adaptés



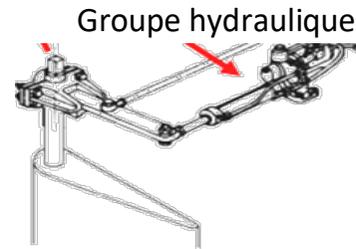
1. Rappel de la démarche de modélisation



SII - F.MATHURIN

Domaine Physique (réel)

Comportement réel du système



Objectif d'étude

Domaine de simulation

Outils de calcul adaptés



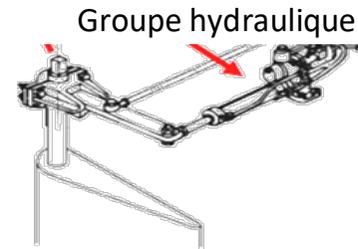
1. Rappel de la démarche de modélisation



SII - F.MATHURIN

Domaine Physique (réel)

Comportement réel du système



Objectif d'étude

Modélisation

Domaine de simulation

Outils de calcul adaptés



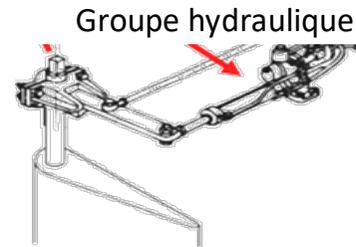
1. Rappel de la démarche de modélisation



SII - F.MATHURIN

Domaine Physique (réel)

Comportement réel du système

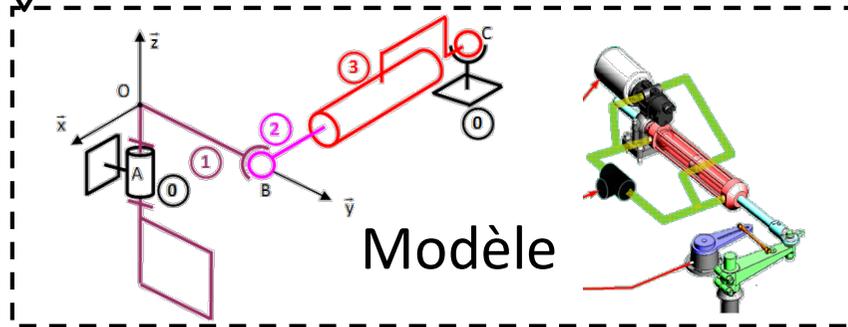


Groupe hydraulique

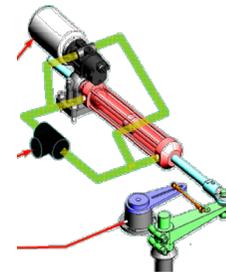
Objectif d'étude

Modélisation

Domaine de simulation



Modèle



Outils de calcul adaptés



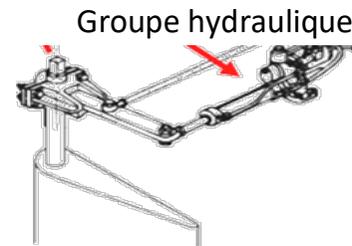
1. Rappel de la démarche de modélisation



SII - F.MATHURIN

Domaine Physique (réel)

Comportement réel du système

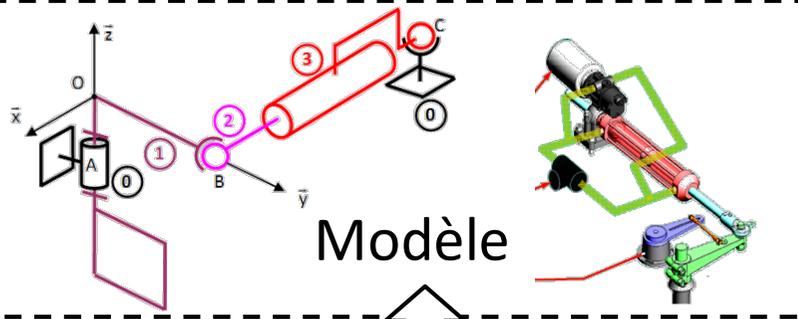


Objectif d'étude

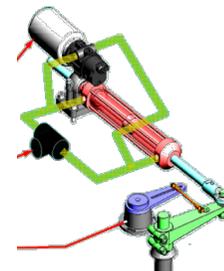
Modélisation

Domaine de simulation

Comportement simulé du système



Modèle



Outils de calcul adaptés



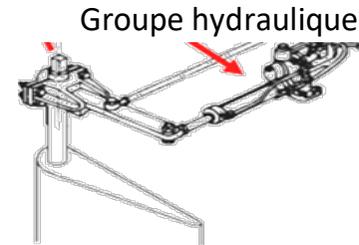
1. Rappel de la démarche de modélisation



SII - F.MATHURIN

Domaine Physique (réel)

Comportement réel du système

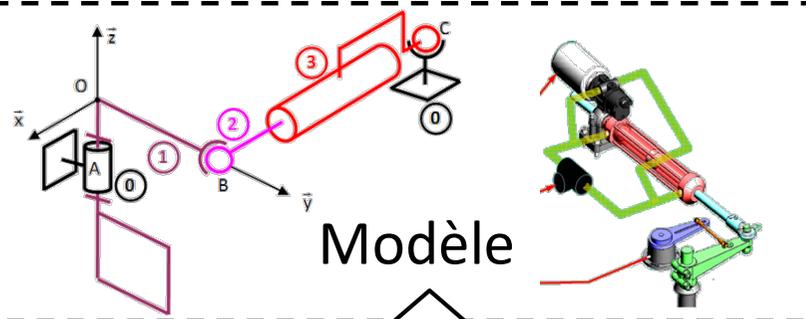


Objectif d'étude

Modélisation

Domaine de simulation

Comportement simulé du système



Modèle

Validation

Outils de calcul adaptés





1 - Rappel de la Démarche de Modélisation

2 - Liaisons Simples

3 - Modélisation Cinématique et Statique des Liaisons

4 - Nécessité de Combinaison des Liaisons - Liaison Equivalente

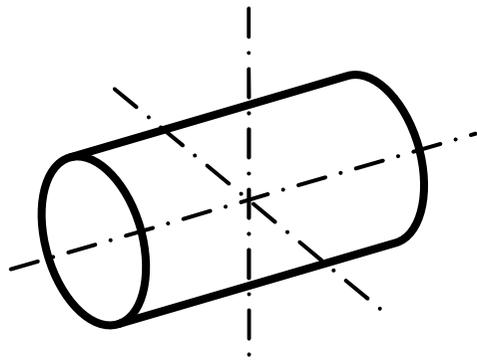
2. Liaisons simples



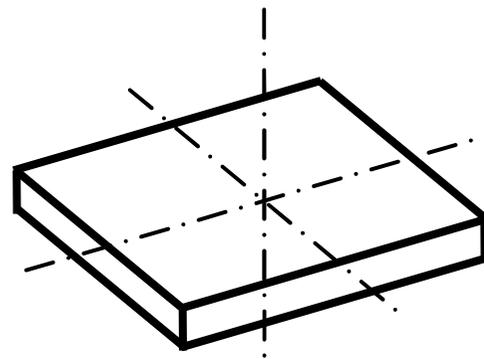
SII - F. MATHURIN

Les liaisons permettent de supprimer un certain nombre de degrés de liberté pour réaliser une fonction.

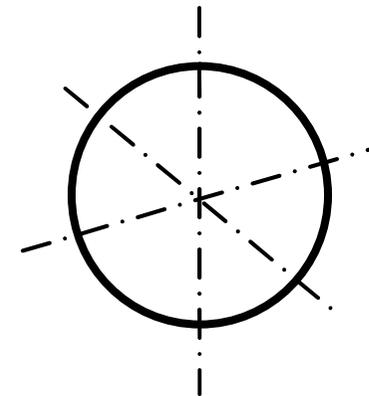
Les différentes liaisons simples s'effectuent à partir de surfaces élémentaires :



Cylindre



Plan



Sphère

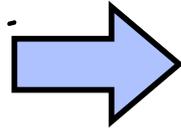
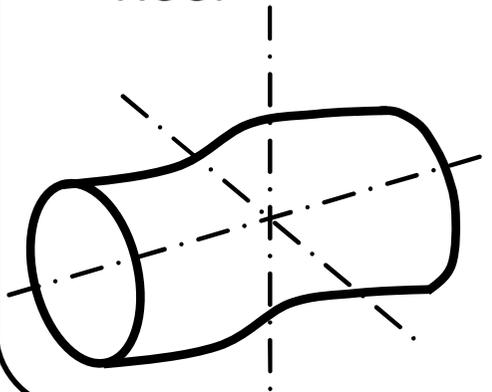
2. Liaisons simples



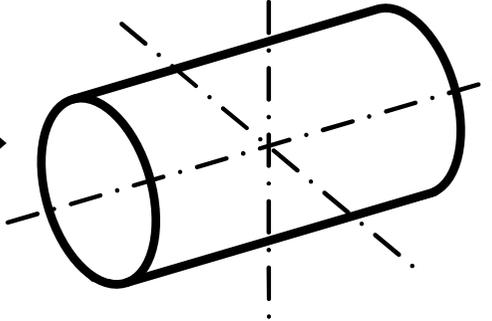
SII - F. MATHURIN

Hypothèse 1 : géométrie parfaite

Réel

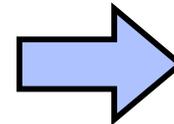
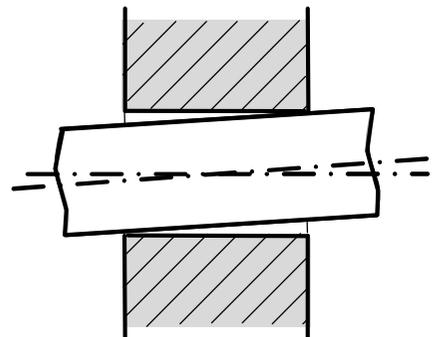


Modèle

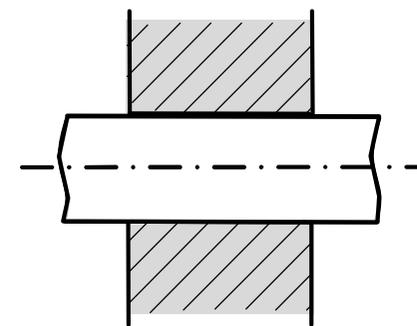


Hypothèse 2 : liaison sans jeu

Réel



Modèle

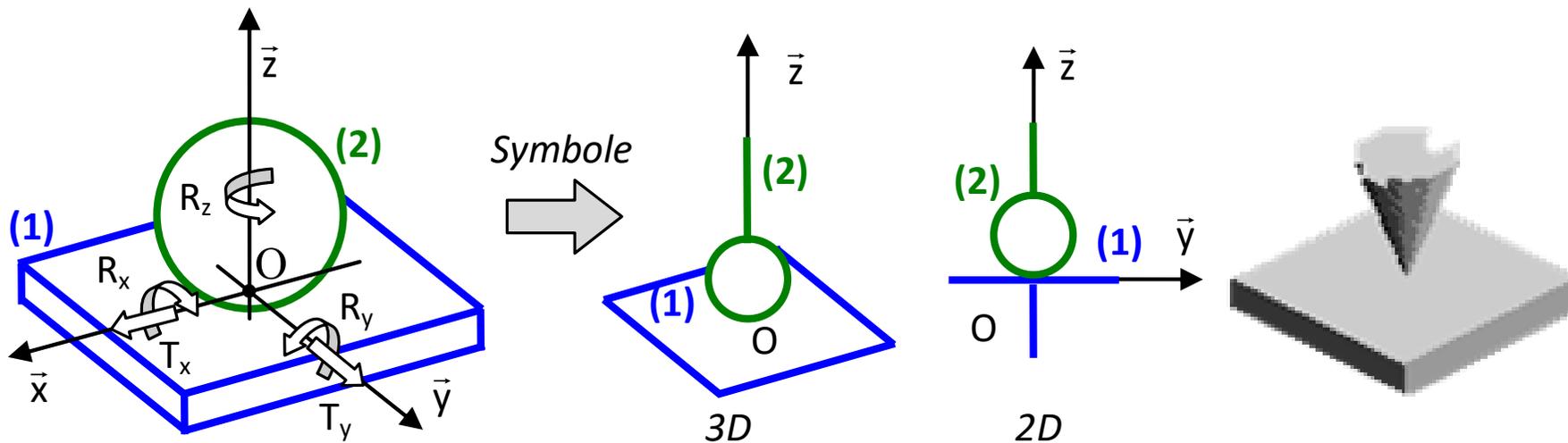


2. Liaisons simples



SII - F. MATHURIN

(2)/(1) : Liaison sphère/plan ou ponctuelle en O
de normale (O,z)

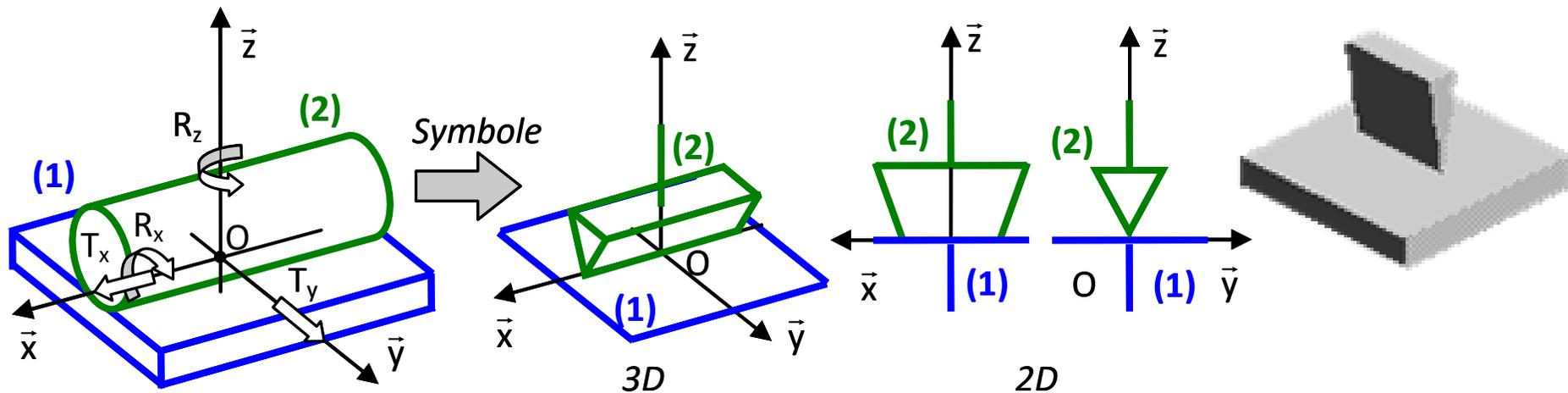


2. Liaisons simples



SII - F. MATHURIN

(2)/(1) : Liaison linéaire rectiligne d'axe
(O,x) de normale (0,z)

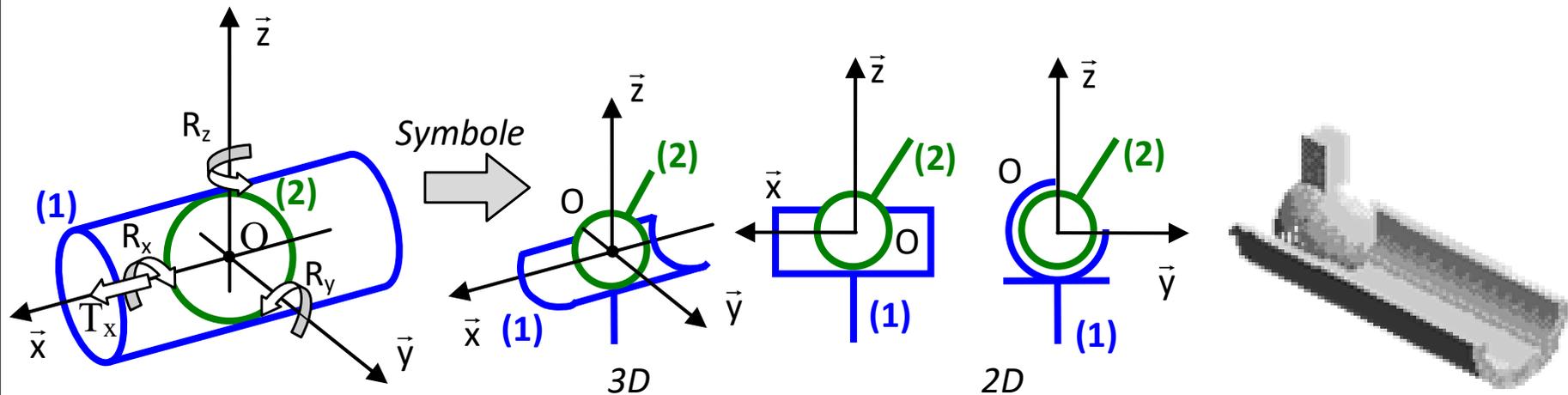


2. Liaisons simples



SII - F. MATHURIN

(2)/(1) : Liaison sphère/cylindre ou linéaire annulaire d'axe (O, x)

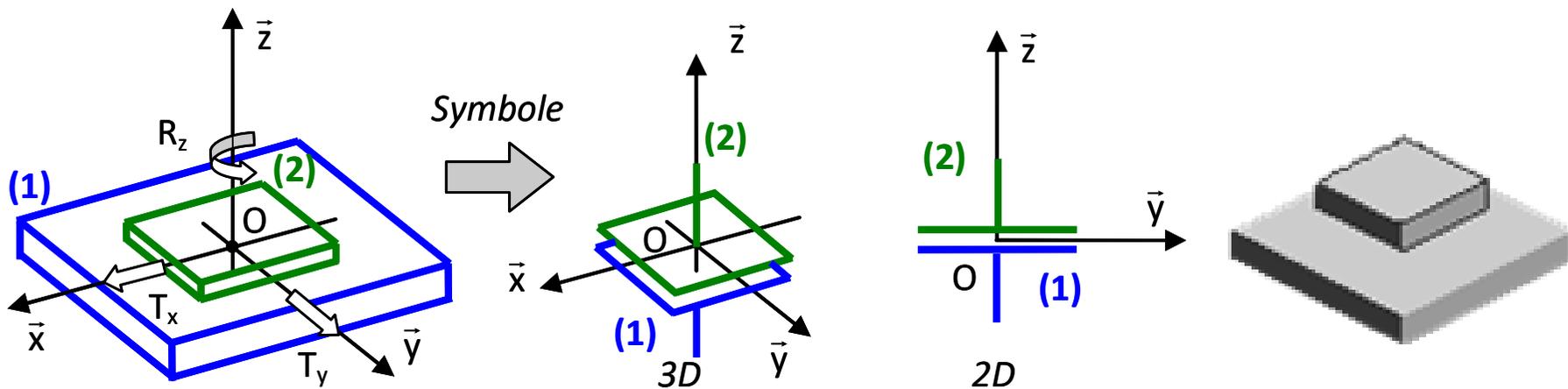


2. Liaisons simples



SII - F. MATHURIN

(2)/(1) : Liaison appui plan de normale (O,z)

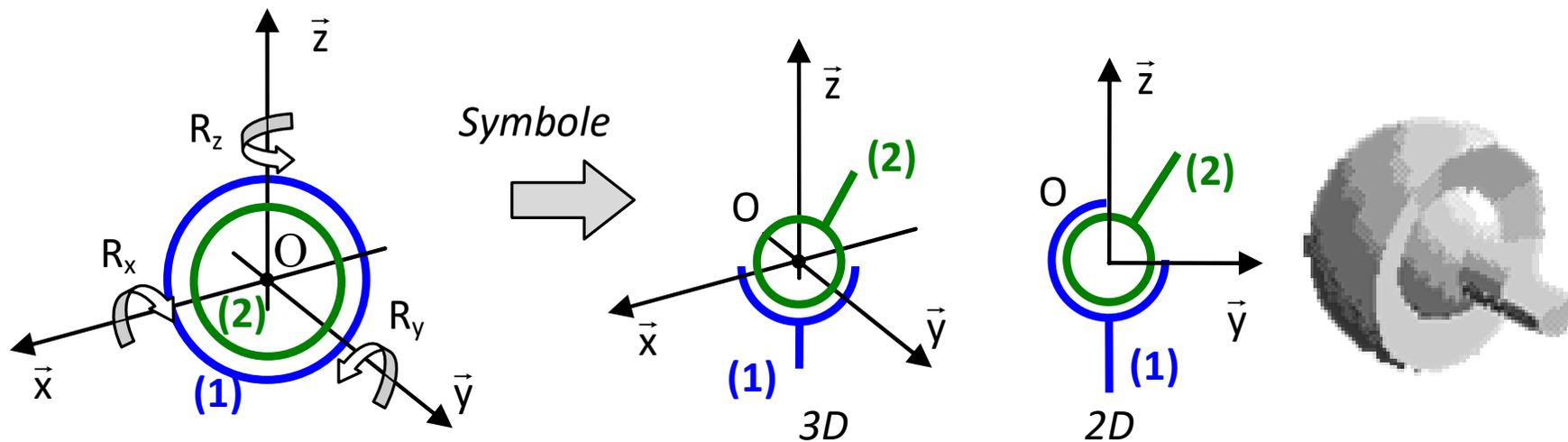


2. Liaisons simples



SII - F.MATHURIN

(2)/(1) : Liaison sphère/sphère ou rotule en O

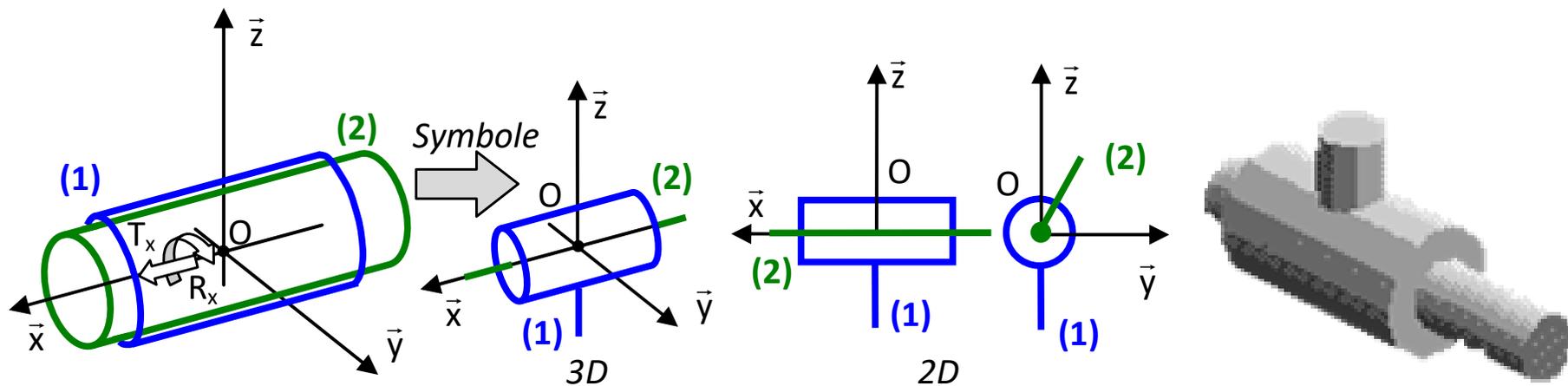


2. Liaisons simples



SII - F.MATHURIN

(2)/(1) : Liaison pivot glissant d'axe (O,x)





1 - Rappel de la Démarche de Modélisation

2 - Liaisons Simples

3 - Modélisation Cinématique et Statique des Liaisons

4 - Nécessité de Combinaison des Liaisons - Liaison Equivalente

3. Modélisation cinématique et statique des liaisons



SII - F.MATHURIN

3.1. Modélisation cinématique des liaisons

Torseur cinématique = Caractérise les mouvements relatifs entre deux solides **(1)** et **(2)**

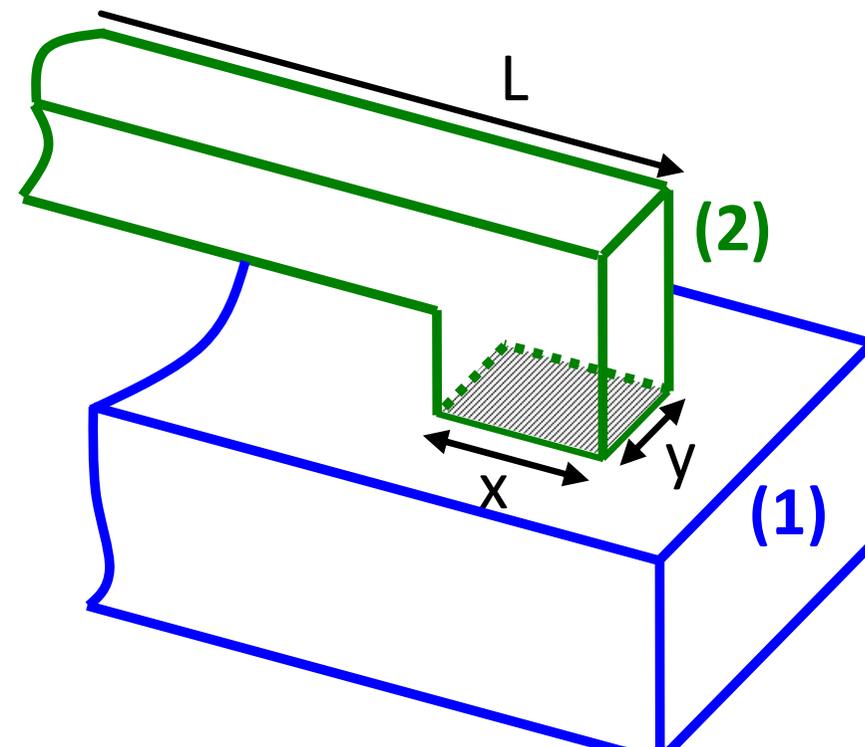
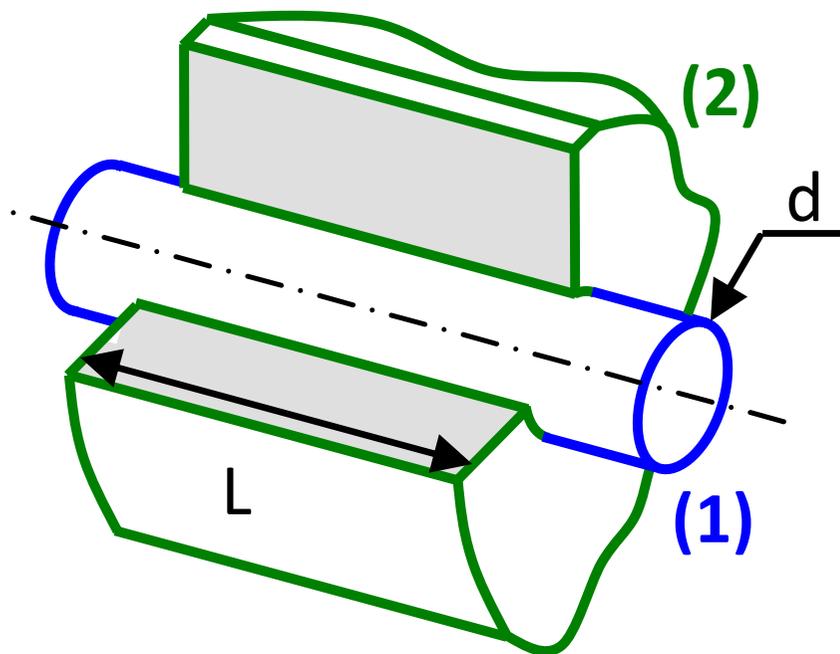
$$\left\{ \mathbf{C}_{1/2} \right\} = \underset{O}{\left\{ \begin{array}{ll} \Omega_{x_{12}} & \mathbf{v}_{x_{12}} \\ \Omega_{y_{12}} & \mathbf{v}_{y_{12}} \\ \Omega_{z_{12}} & \mathbf{v}_{z_{12}} \end{array} \right\}}_{(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})}$$

3. Modélisation cinématique et statique des liaisons



SII - F. MATHURIN

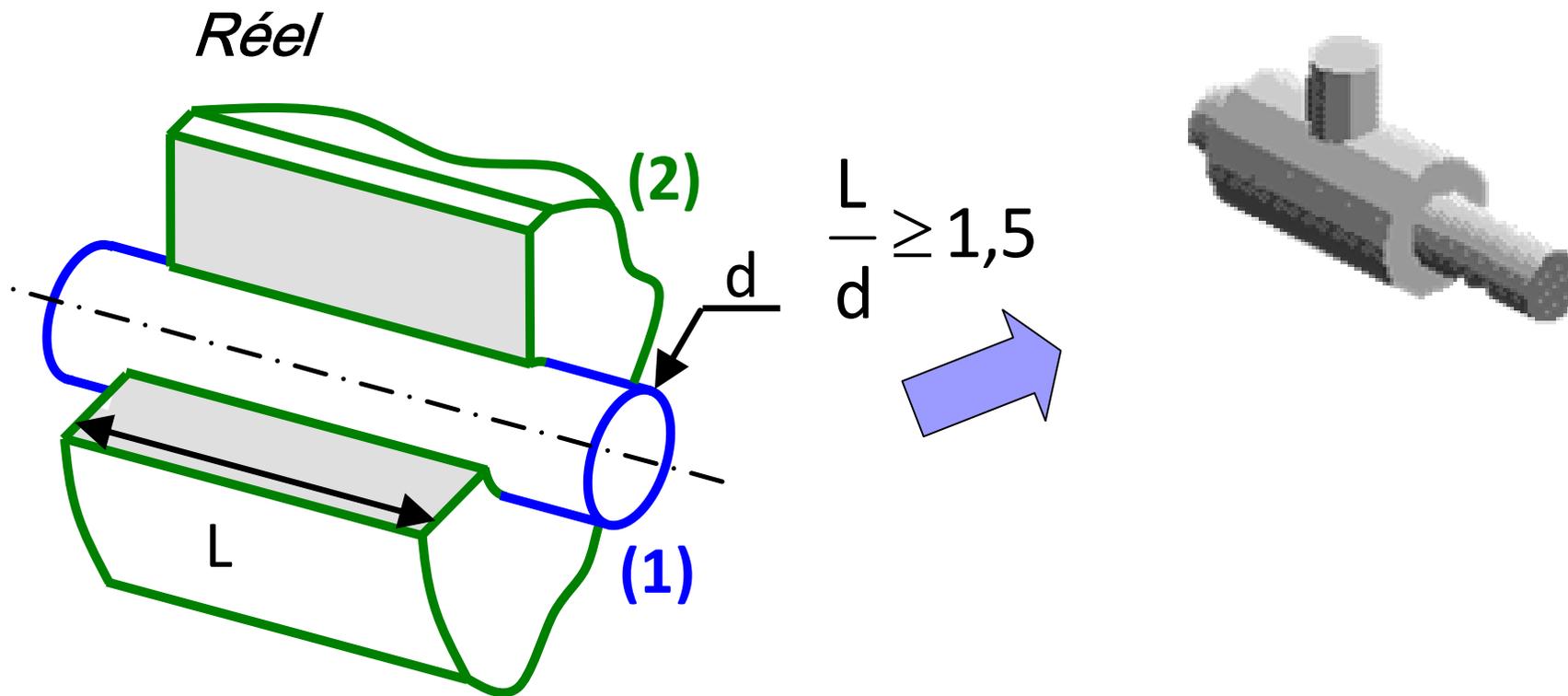
3.2. Cas particuliers des contacts cylindre/cylindre et plan/plan



3. Modélisation cinématique et statique des liaisons



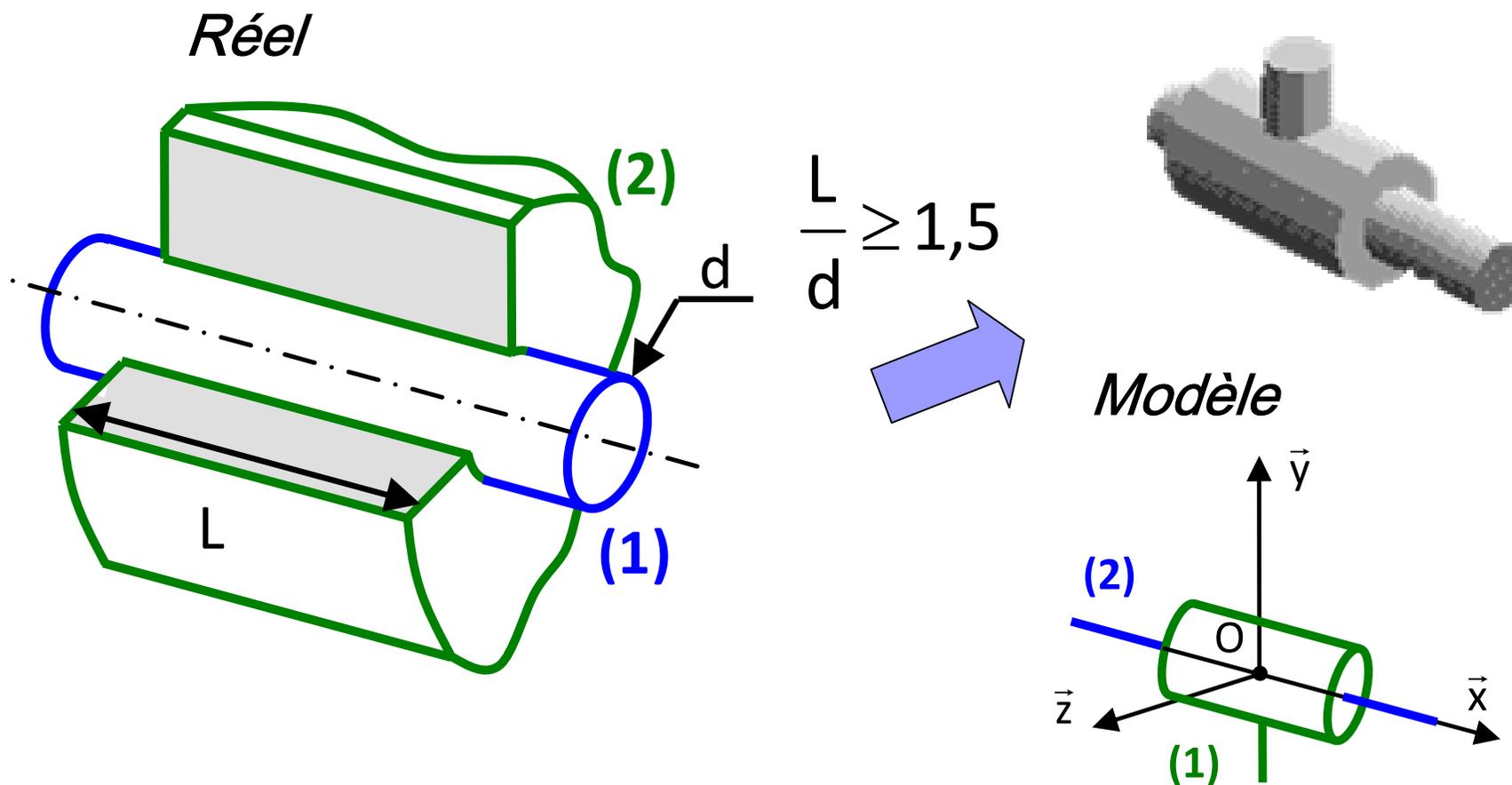
3.2. Cas particuliers des contacts cylindre/cylindre et plan/plan



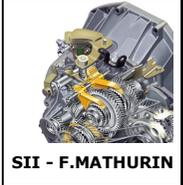
3. Modélisation cinématique et statique des liaisons



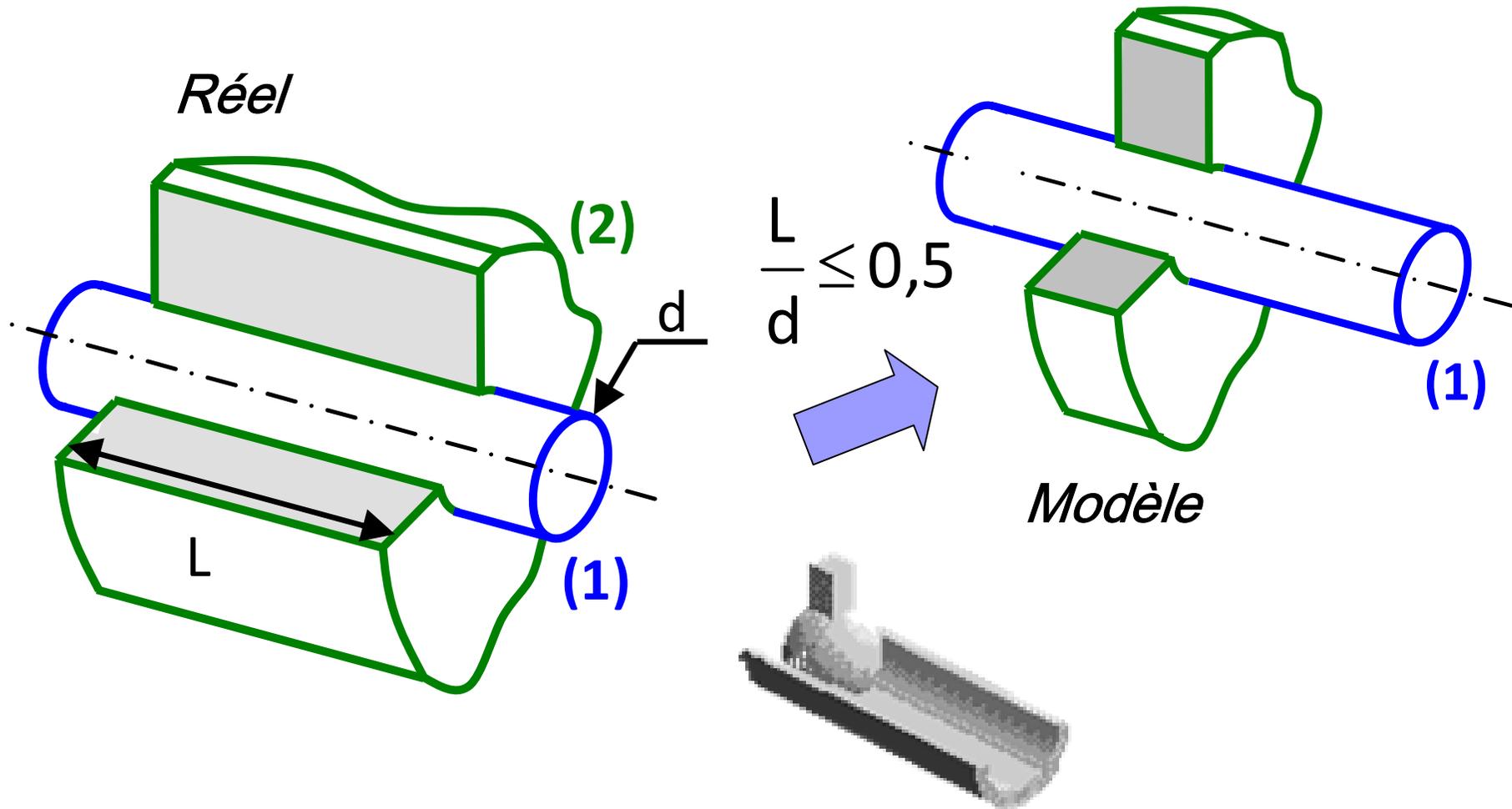
3.2. Cas particuliers des contacts cylindre/cylindre et plan/plan



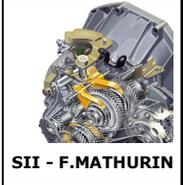
3. Modélisation cinématique et statique des liaisons



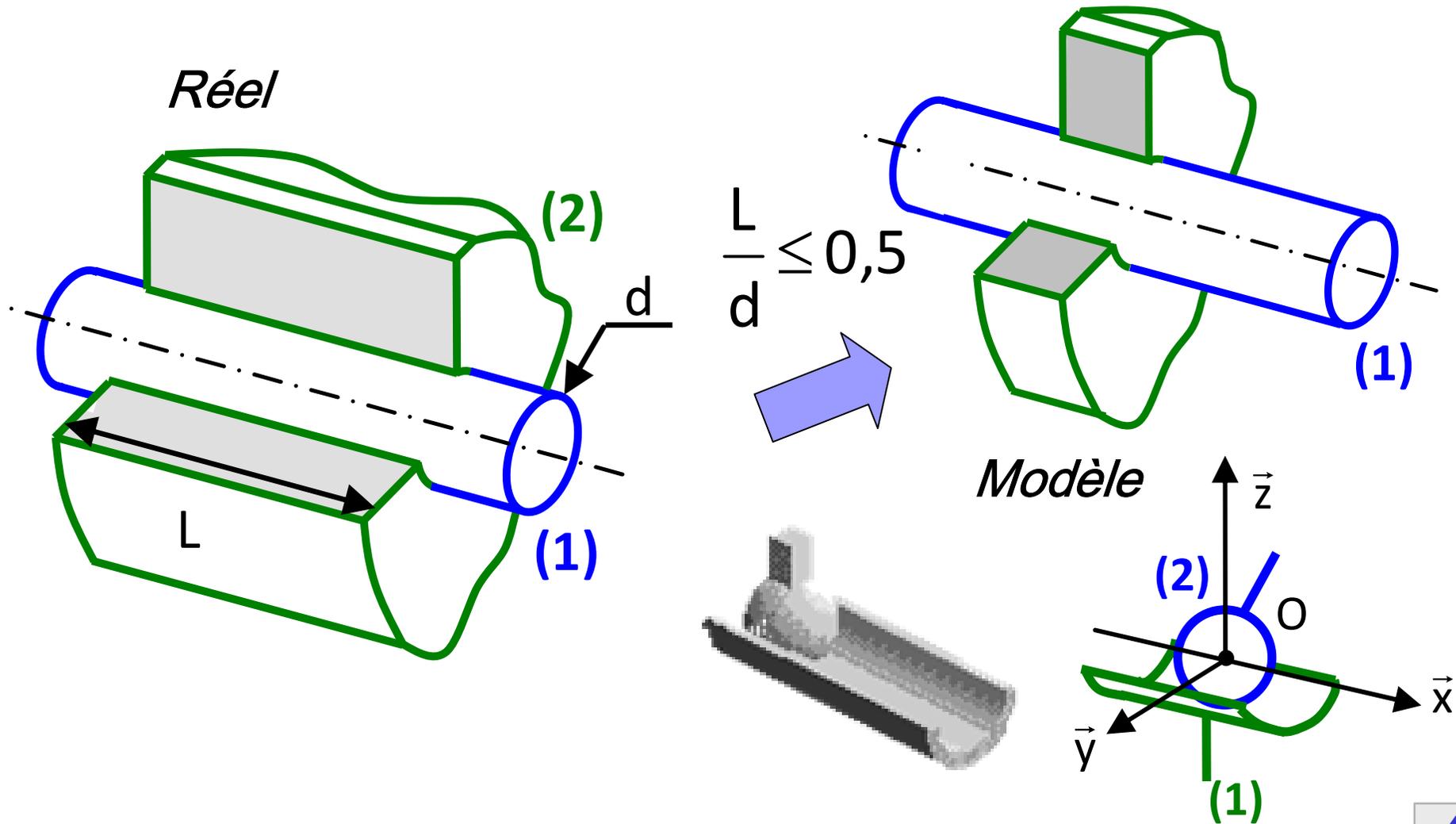
3.2. Cas particuliers des contacts cylindre/cylindre et plan/plan



3. Modélisation cinématique et statique des liaisons



3.2. Cas particuliers des contacts cylindre/cylindre et plan/plan

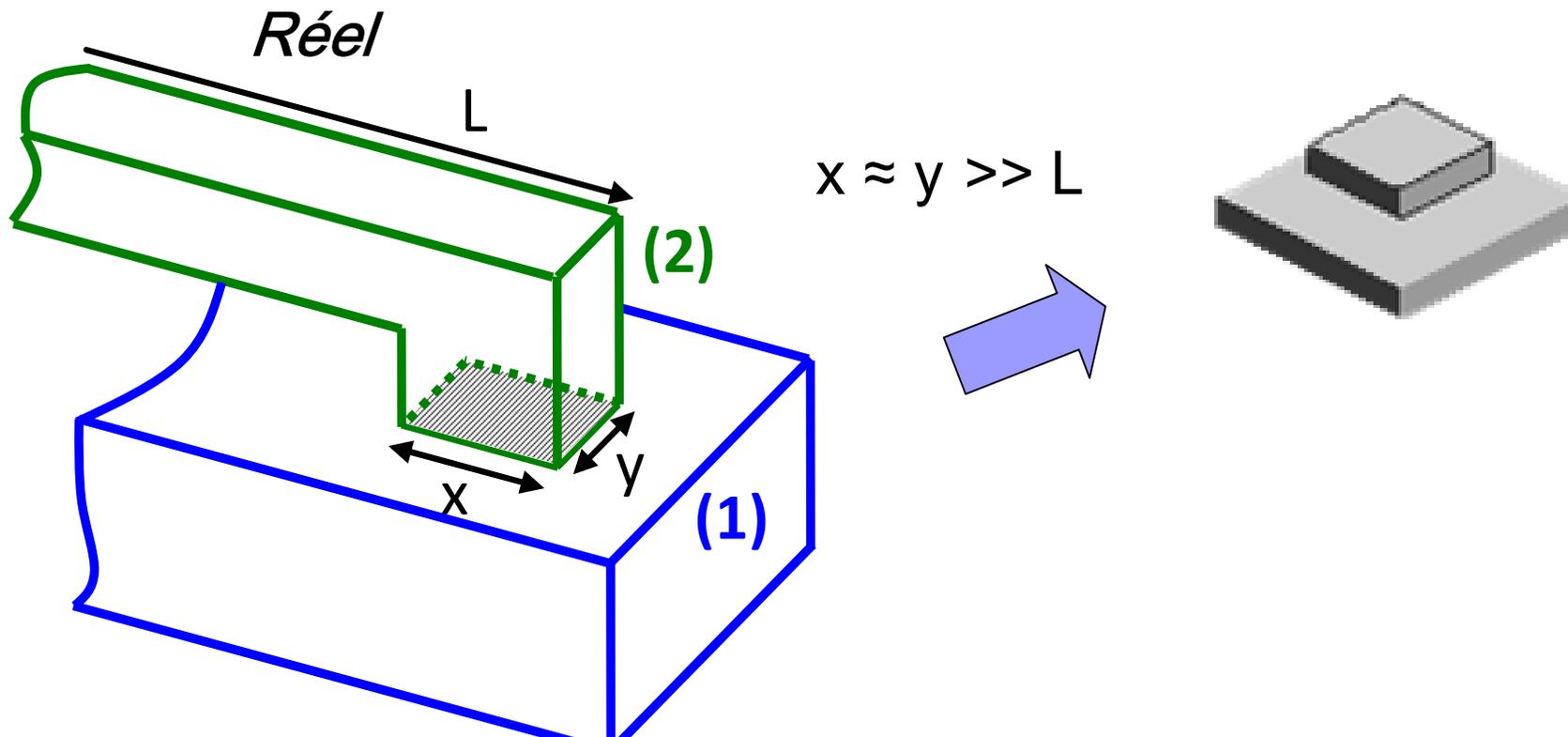


3. Modélisation cinématique et statique des liaisons

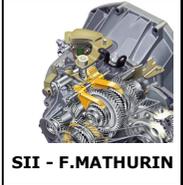


SII - F. MATHURIN

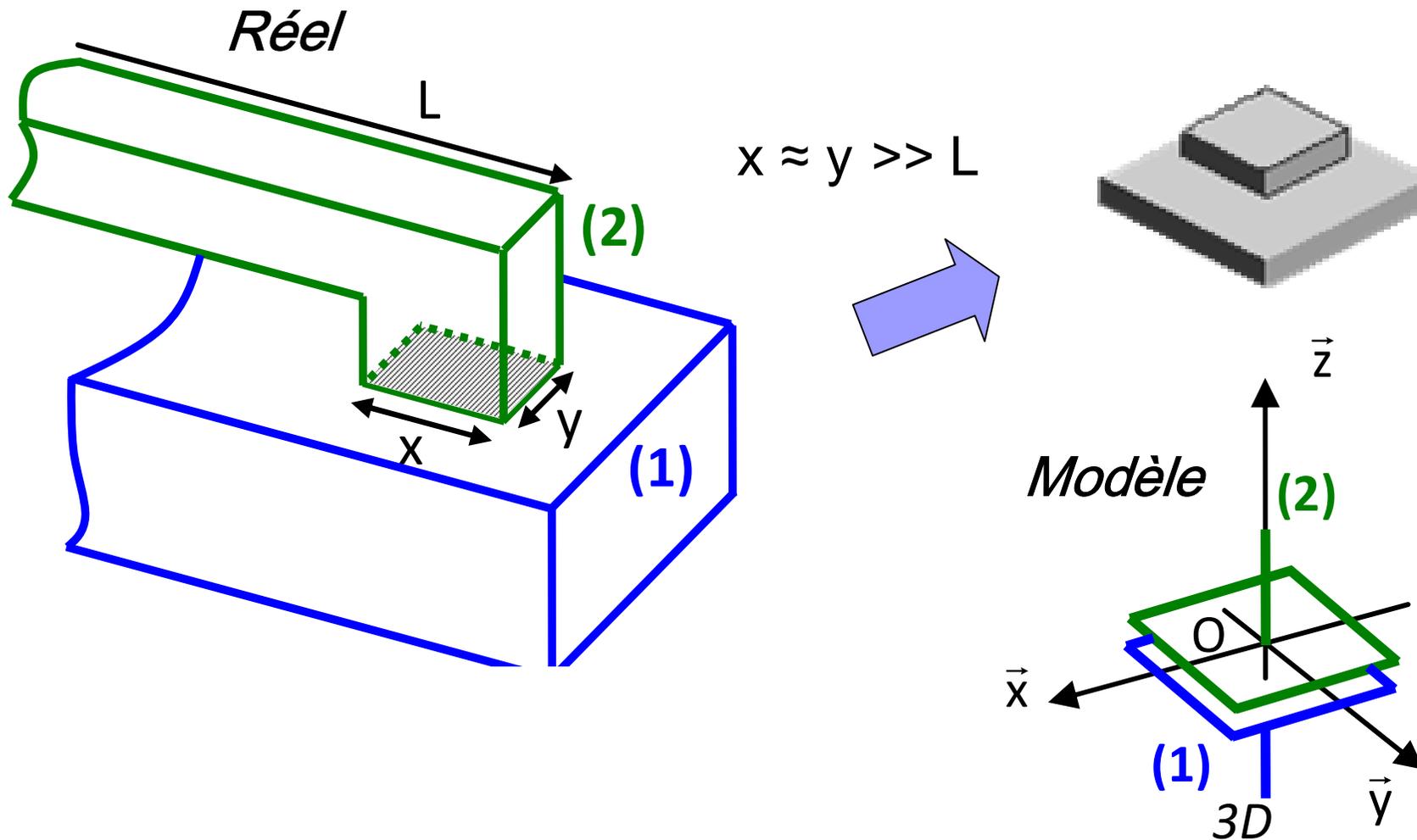
3.2. Cas particuliers des contacts cylindre/cylindre et plan/plan



3. Modélisation cinématique et statique des liaisons



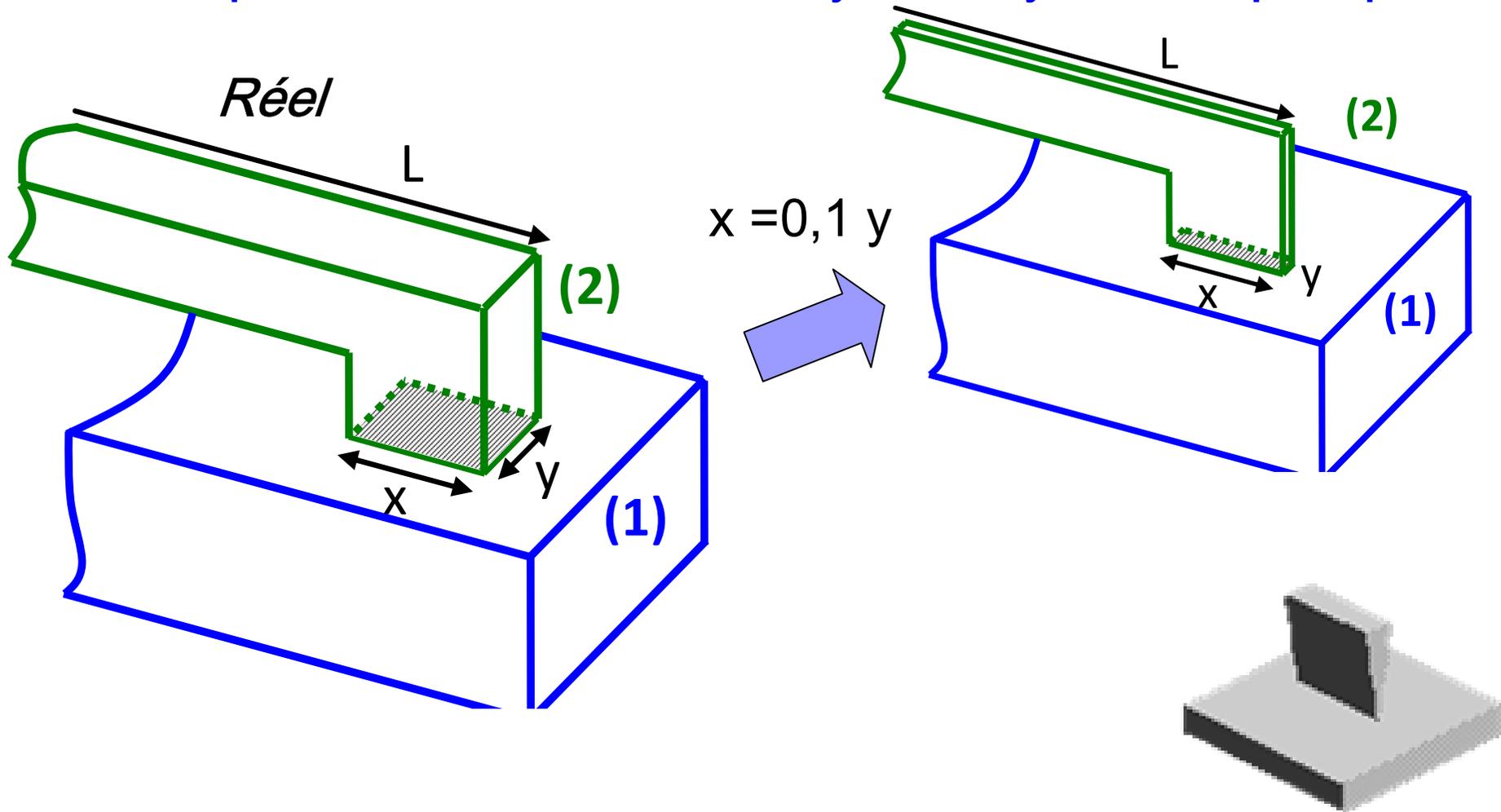
3.2. Cas particuliers des contacts cylindre/cylindre et plan/plan



3. Modélisation cinématique et statique des liaisons



3.2. Cas particuliers des contacts cylindre/cylindre et plan/plan

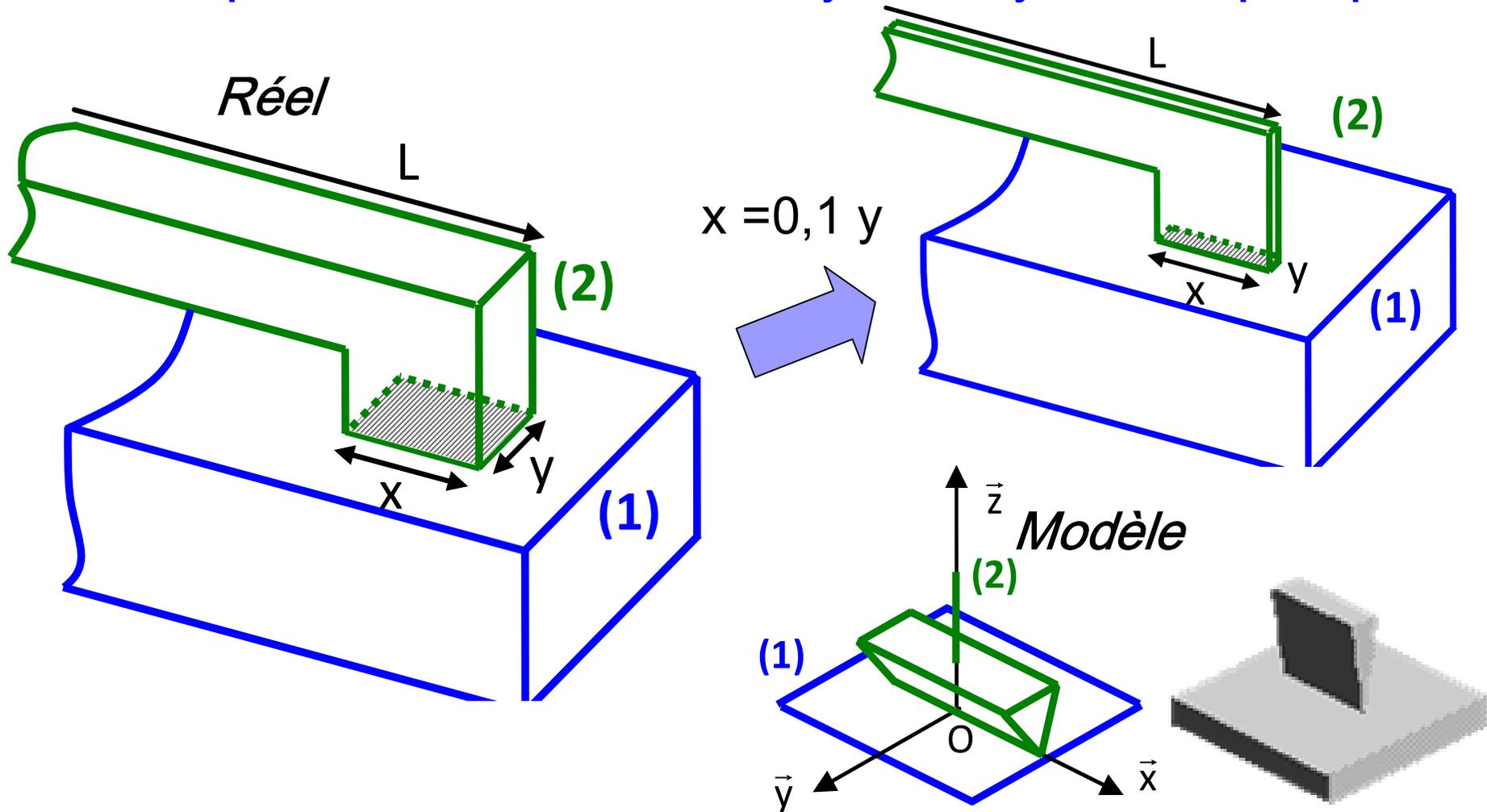


3. Modélisation cinématique et statique des liaisons



SII - F. MATHURIN

3.2. Cas particuliers des contacts cylindre/cylindre et plan/plan



3. Modélisation cinématique et statique des liaisons



SII - F.MATHURIN

3.3. Modélisation statique des liaisons

Torseur d'action mécanique transmissible = Caractérise les actions mécaniques transmissibles entre deux solides (1) et (2)

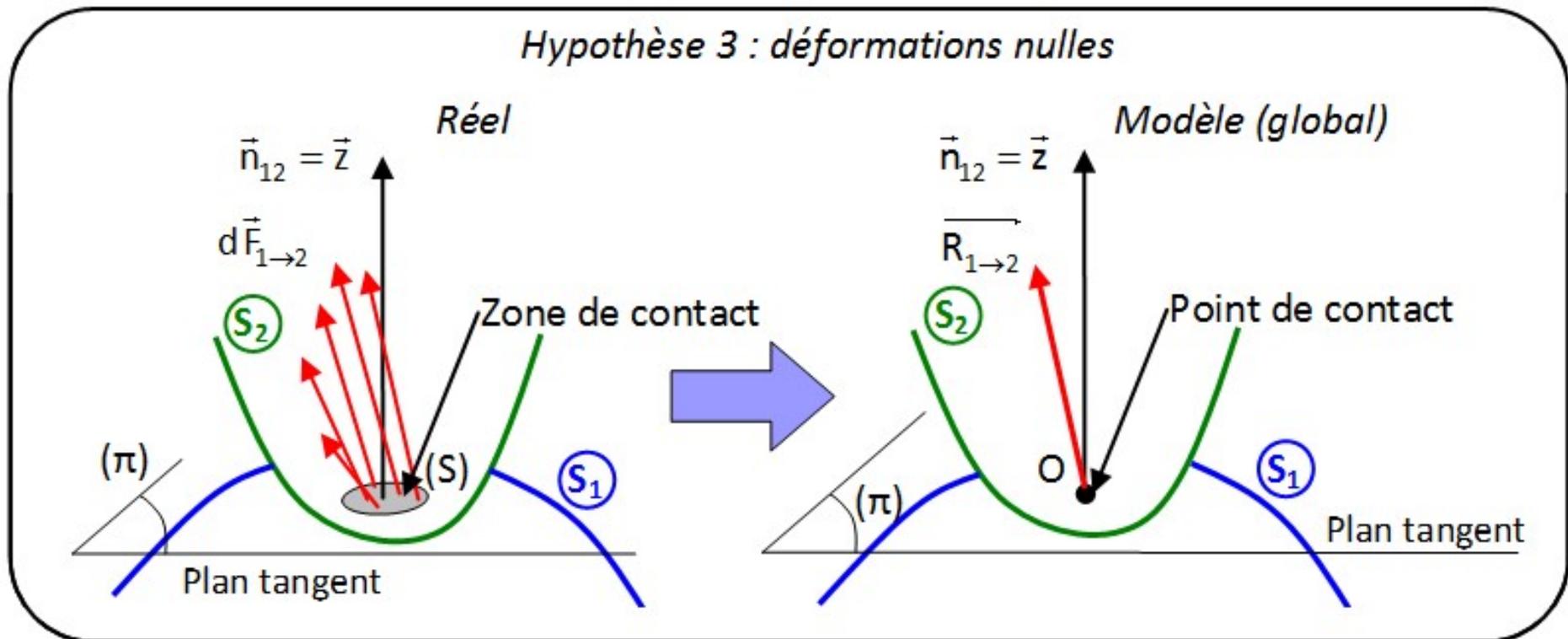
$$\left\{ \mathbf{F}_{1 \rightarrow 2} \right\} = \begin{matrix} \left\{ \begin{array}{ll} X_{12} & L_{12} \\ Y_{12} & M_{12} \\ Z_{12} & N_{12} \end{array} \right\} \\ \underset{O}{\phantom{\left\{ \right\}}} \end{matrix} (\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$$

3. Modélisation cinématique et statique des liaisons



SII - F. MATHURIN

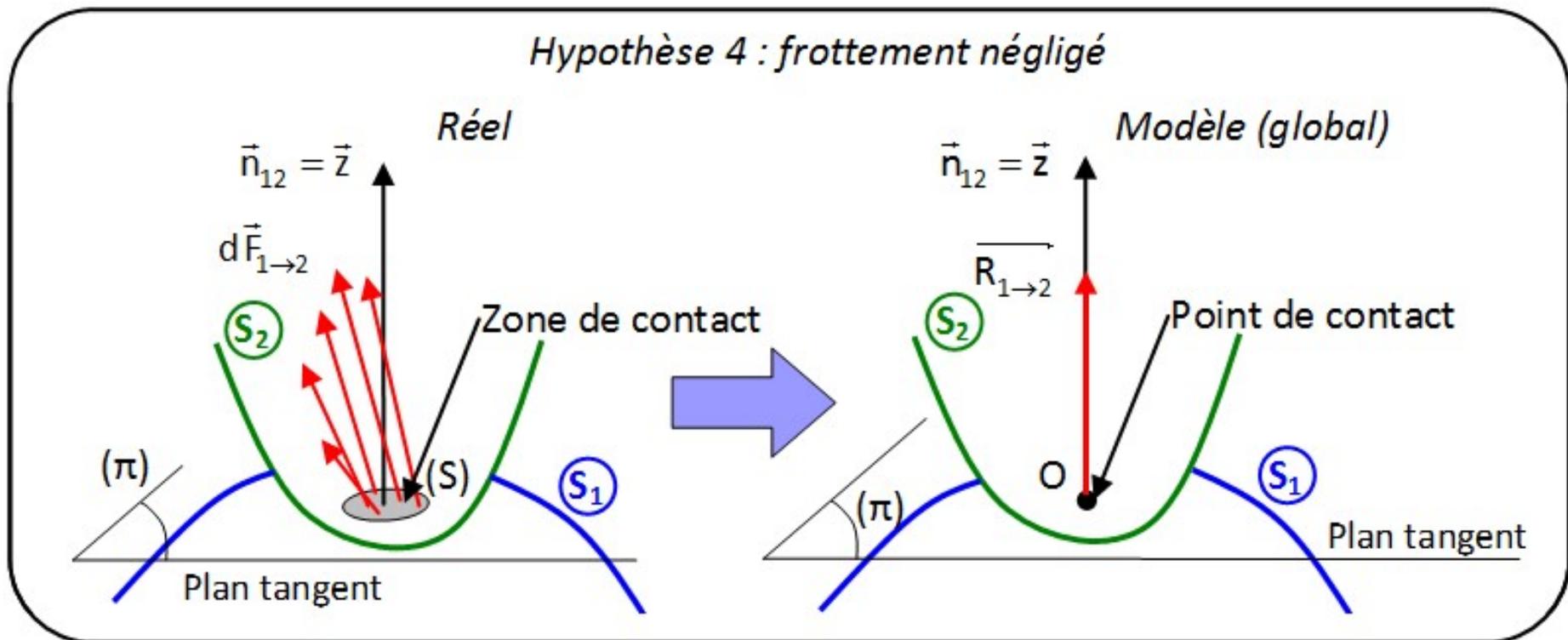
3.3. Modélisation statique des liaisons



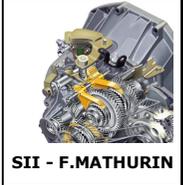
3. Modélisation cinématique et statique des liaisons



3.3. Modélisation statique des liaisons



3. Modélisation cinématique et statique des liaisons



3.3. Modélisation statique des liaisons

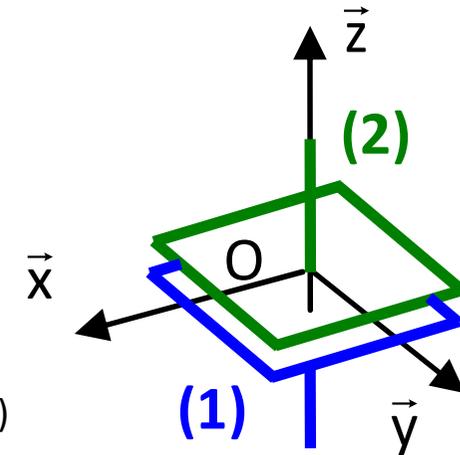
Torseur d'action mécanique transmissible

Torseur cinématique

A une vitesse linéaire nulle correspond une force

$$\{F_{1 \rightarrow 2}\} = \begin{Bmatrix} 0 & L_{12} \\ 0 & M_{12} \\ Z_{12} & 0 \end{Bmatrix}_{(x, y, z)}$$

$$\{C_{1/2}\} = \begin{Bmatrix} 0 & v_{x12} \\ 0 & v_{y12} \\ \Omega_{z12} & 0 \end{Bmatrix}_{(x, y, z)}$$



A une vitesse angulaire nulle correspond un moment non nul pour le torseur d'action mécanique transmissible

3. Modélisation cinématique et statique des liaisons



SII - F.MATHURIN

3.3. Modélisation statique des liaisons



est essentiel de garder en mémoire qu'une liaison réelle n'est jamais parfaite puisqu'il s'agit d'un **modèle** !



1 - Rappel de la Démarche de Modélisation

2 - Liaisons Simples

3 - Modélisation Cinématique et Statique des Liaisons

**4 - Nécessité de Combinaison des Liaisons -
Liaison Equivalente**

4. Nécessité de combinaison des liaisons



SII - F.MATHURIN

4.1. Besoin

Problèmes des liaisons simples

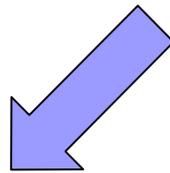
4. Nécessité de combinaison des liaisons



SII - F.MATHURIN

4.1. Besoin

Problèmes des liaisons simples



Surface de contact faible

→ **Pb de pression de contact**

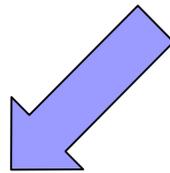
4. Nécessité de combinaison des liaisons



SII - F.MATHURIN

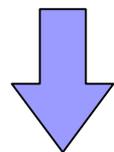
4.1. Besoin

Problèmes des liaisons simples



Surface de contact faible

→ **Pb de pression de contact**



Solution

**Liaisons simples
montées en série**

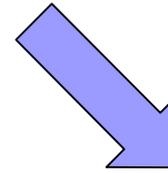
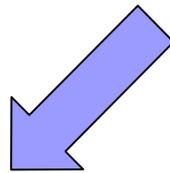
4. Nécessité de combinaison des liaisons



SII - F.MATHURIN

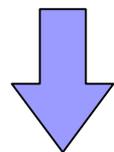
4.1. Besoin

Problèmes des liaisons simples



Surface de contact faible
→ **Pb de pression de contact**

**Pas de liaison avec une
mobilité cinématique égale à 1**



Solution

**Liaisons simples
montées en série**

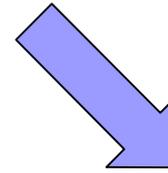
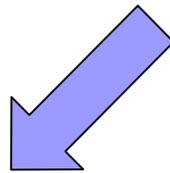
4. Nécessité de combinaison des liaisons



SII - F.MATHURIN

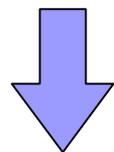
4.1. Besoin

Problèmes des liaisons simples

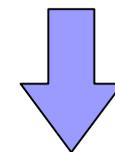


Surface de contact faible
→ **Pb de pression de contact**

**Pas de liaison avec une
mobilité cinématique égale à 1**



Solution

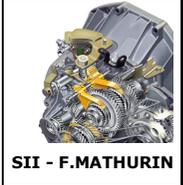


Solution

**Liaisons simples
montées en série**

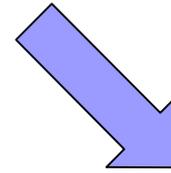
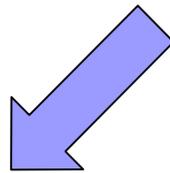
**Liaisons simples
montées en parallèle**

4. Nécessité de combinaison des liaisons



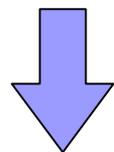
4.1. Besoin

Problèmes des liaisons simples

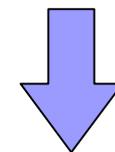


Surface de contact faible
→ **Pb de pression de contact**

**Pas de liaison avec une
mobilité cinématique égale à 1**



Solution



Solution

**Liaisons simples
montées en série**

**Liaisons simples
montées en parallèle**

4. Nécessité de combinaison des liaisons



SII - F.MATHURIN

4.2. Liaison équivalente - Définition

La liaison équivalente correspond à la liaison théorique qui a le même comportement que l'association des liaisons en série et/ou parallèle qu'elle remplace. Elle transmet la même action mécanique et elle autorise le même mouvement que l'association de liaisons.

4. Nécessité de combinaison des liaisons



SII - F.MATHURIN

4.2. Liaison équivalente - Définition

La liaison équivalente correspond à la liaison théorique qui a le même comportement que l'association des liaisons en série et/ou parallèle qu'elle remplace. Elle transmet la même action mécanique et elle autorise le même mouvement que l'association de liaisons.



La liaison équivalente doit appartenir aux liaisons normalisées !!!

4. Nécessité de combinaison des liaisons



SII - F.MATHURIN

4.2. Liaison équivalente - Définition

La liaison équivalente correspond à la liaison théorique qui a le même comportement que l'association des liaisons en série et/ou parallèle qu'elle remplace. Elle transmet la même action mécanique et elle autorise le même mouvement que l'association de liaisons.



La liaison équivalente doit appartenir aux liaisons normalisées !!!



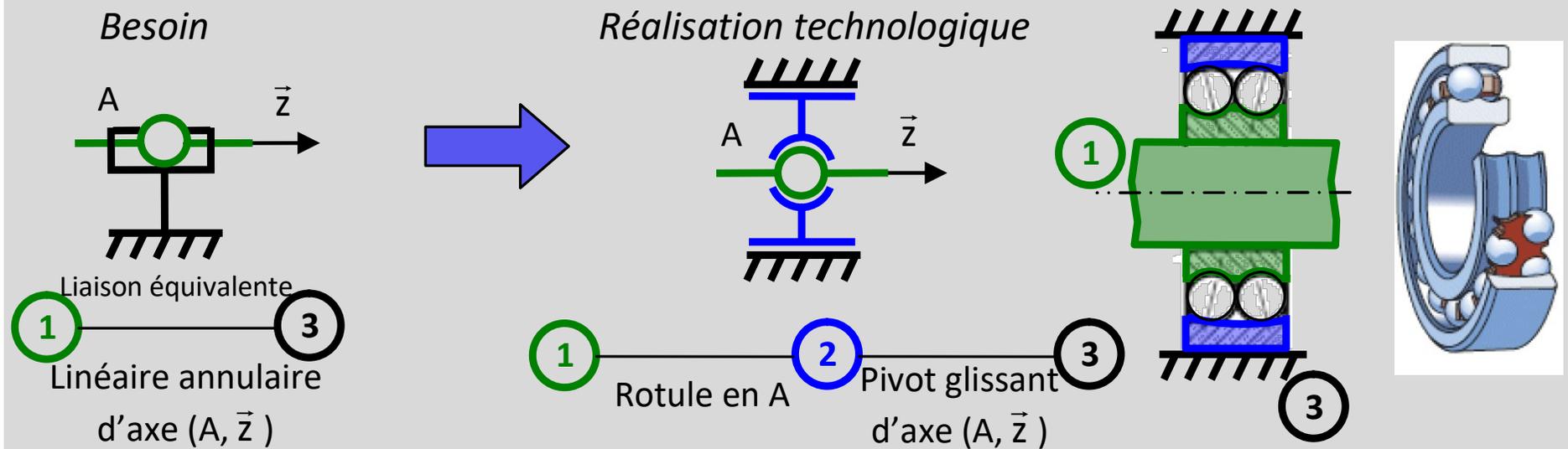
Il n'est pas toujours possible de trouver une liaison équivalente !!!

4. Nécessité de combinaison des liaisons

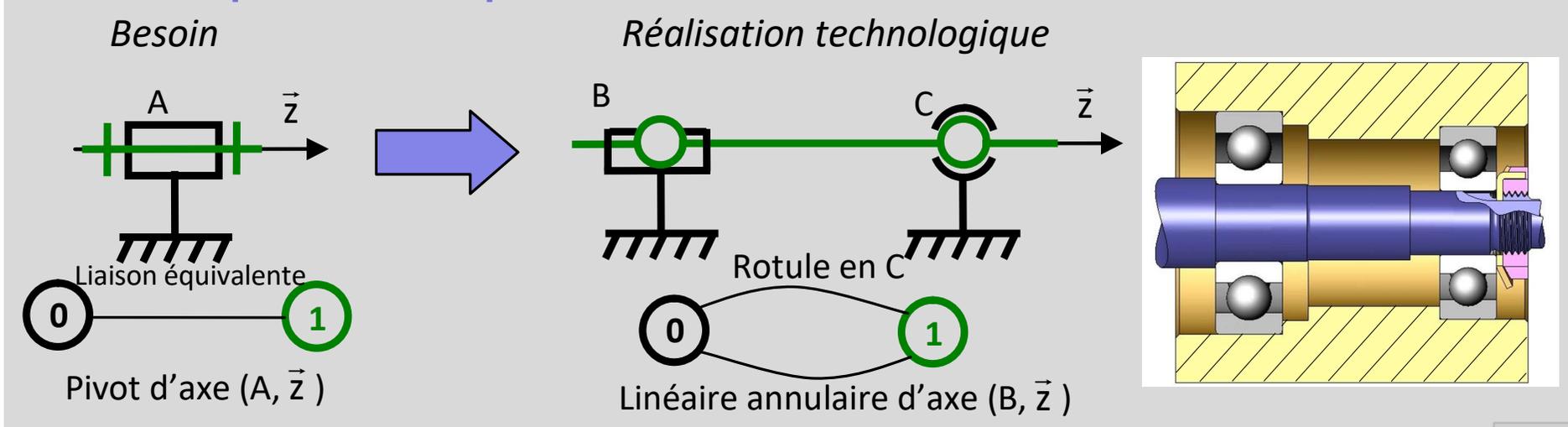


SII - F.MATHURIN

Exemple liaison série



Exemple liaison parallèle

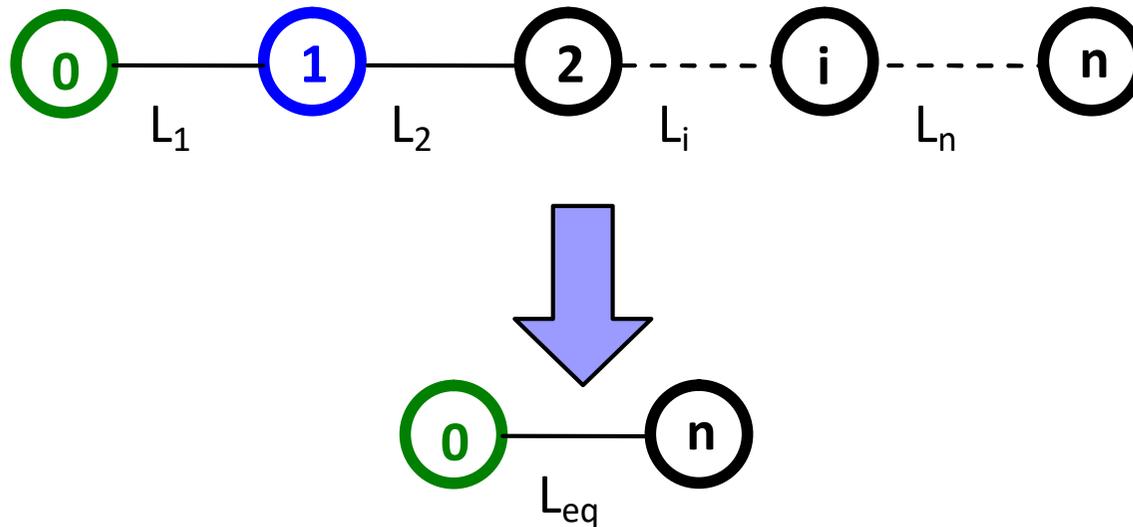


4. Nécessité de combinaison des liaisons



SII - F.MATHURIN

4.3. Liaison équivalente dans le cas de liaisons séries



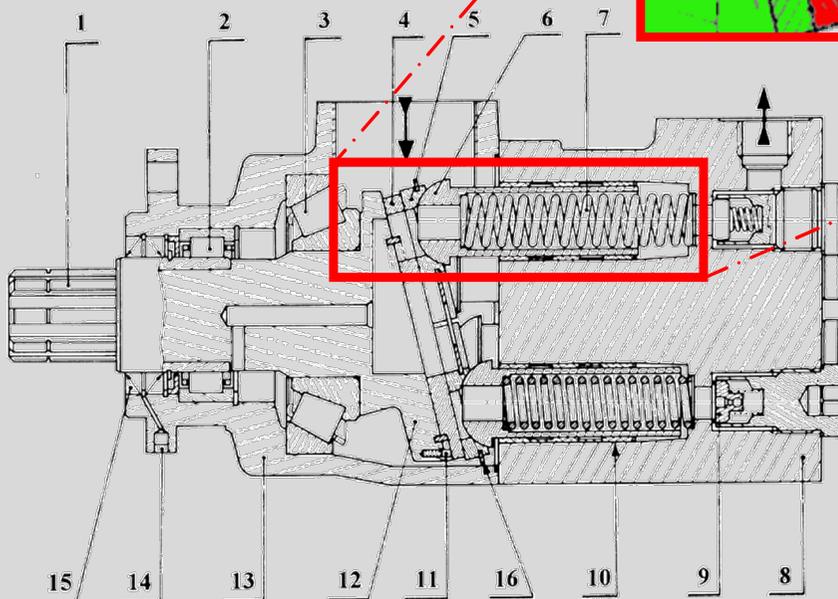
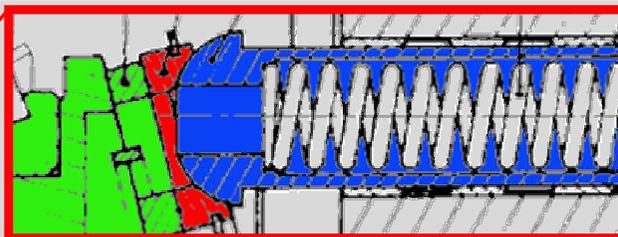
Torseur cinématique de la liaison équivalente : $\{C_{n/0}\} = \sum_{i=1}^n \{C_{i/i-1}\}$

4. Nécessité de combinaison des liaisons

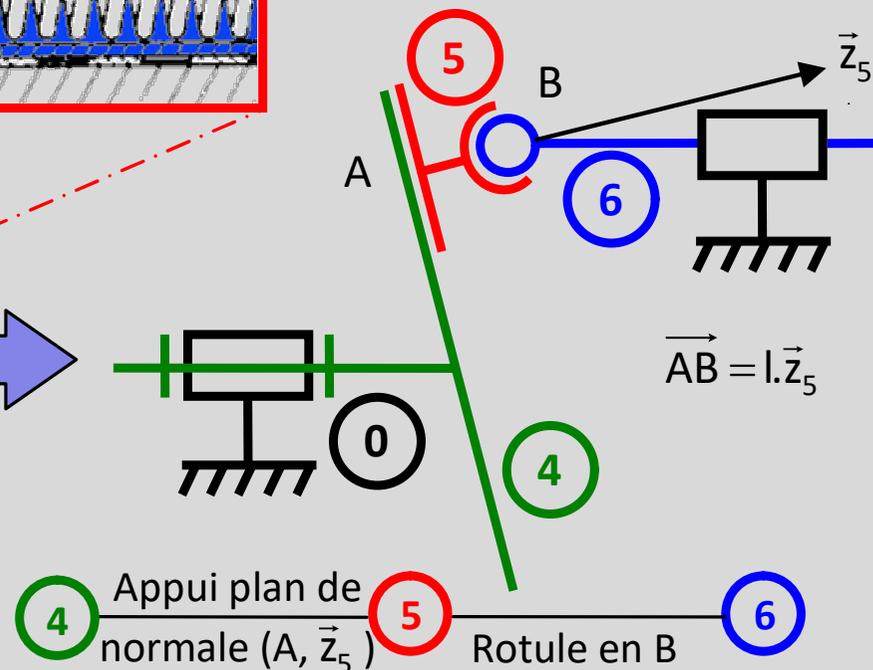


SII - F.MATHURIN

Réel



Modèle
(schéma d'architecture)



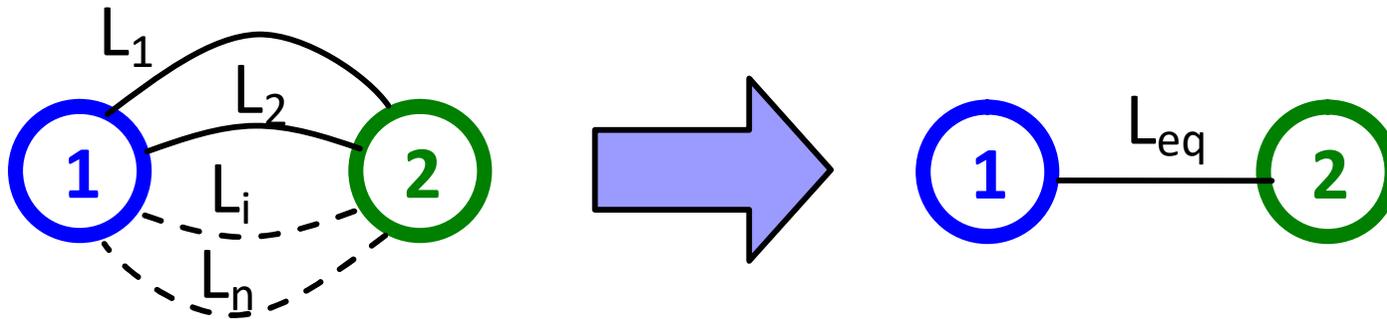
[Vidéo](#)

4. Nécessité de combinaison des liaisons



SII - F.MATHURIN

4.3. Liaison équivalente dans le cas de liaisons parallèles

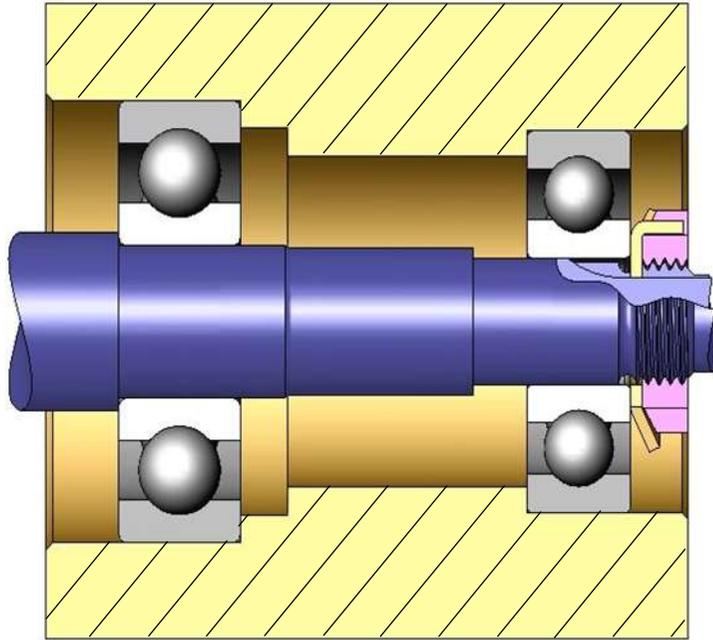


Torseur d'actions mécaniques transmissibles de la liaison équivalente : $\{F_{1 \rightarrow 2}^{eq}\} = \sum_{i=1}^n \{F_{1 \rightarrow 2}^{Li}\}$

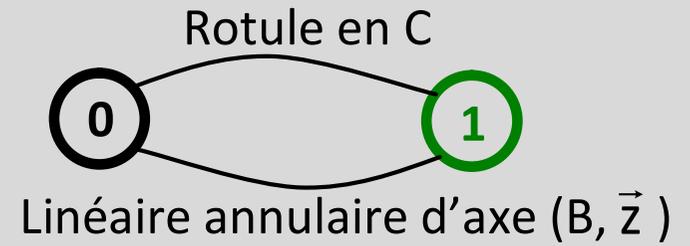
4. Nécessité de combinaison des liaisons



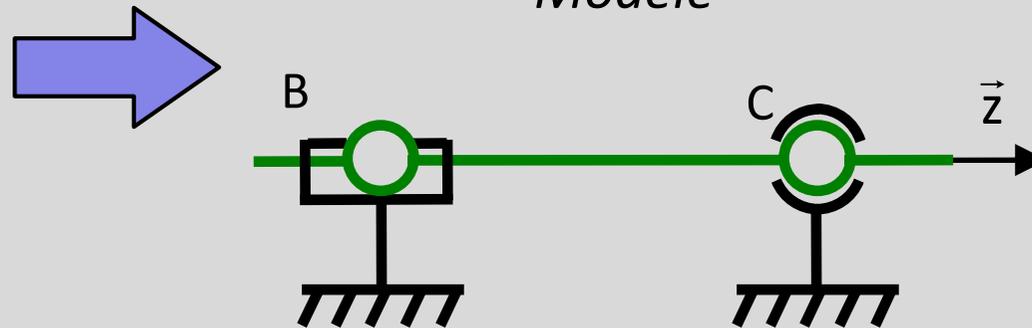
SII - F.MATHURIN



Réel

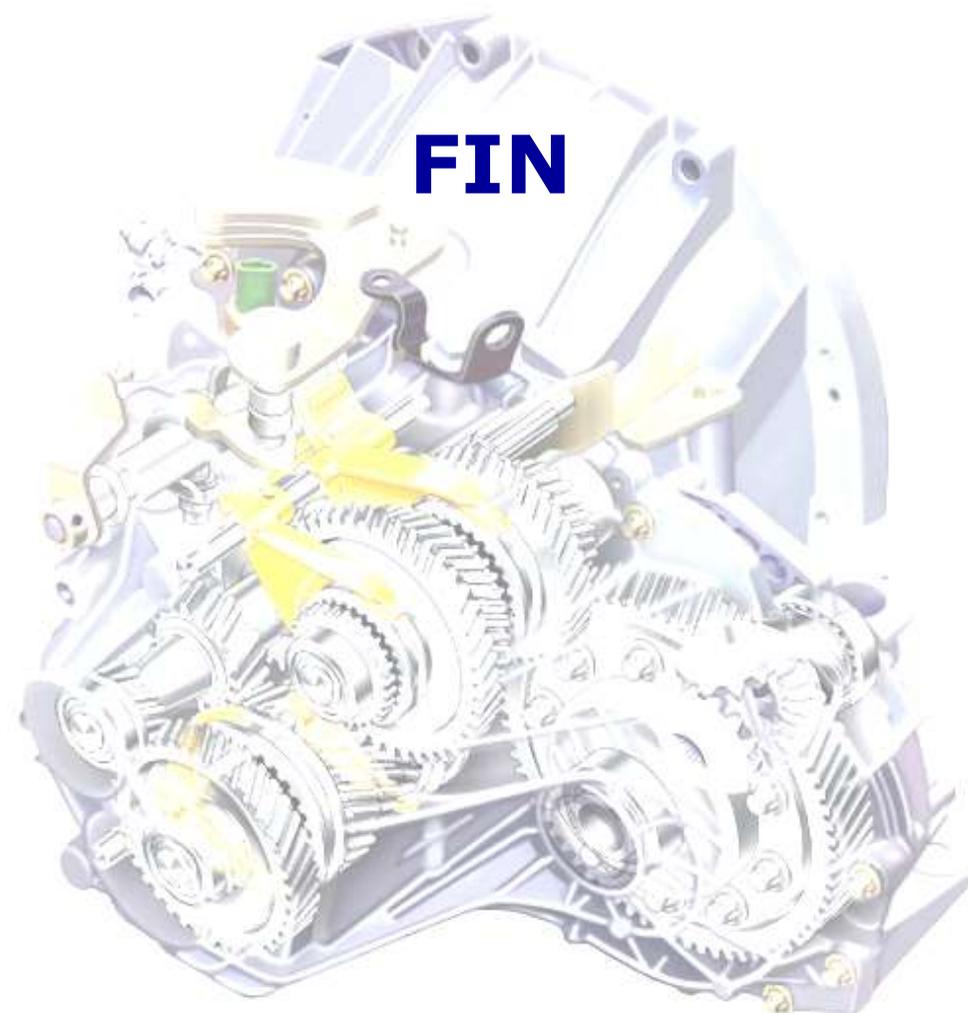


Modèle





SII - F.MATHURIN



FIN