

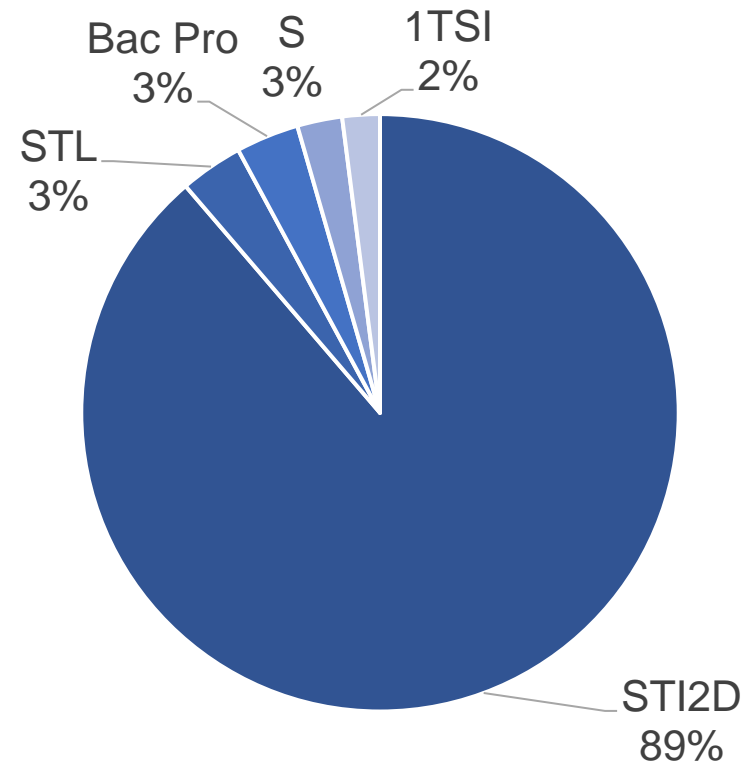
Exemple de progression didactique en CPGE TSI

Antoine-Emmanuel Viard, Pierre Mauborgne
CPGE TSI, Lycée Richelieu, Rueil-Malmaison

Origine des élèves en 1TSI

- Une filière réservée
 - Bacheliers Technologiques
 - Bacheliers Professionnels (CPGE en 3 ans)
- Majorité de bac STI2D : cela implique
 - Des acquis sur une partie du programme de sciences industrielles pour l'ingénieur
 - Une spécialité ancrée pour certains élèves
 - Architecture et construction (AC)
 - Énergie et environnement (EE)
 - Innovation technologique et éco-conception (ITEC)
 - Systèmes d'information et numérique (SIN)
 - Une culture et un goût pour la technologie

Provenance des élèves en 1TSI



[Source DEPP 2017]

Les SII en TSI

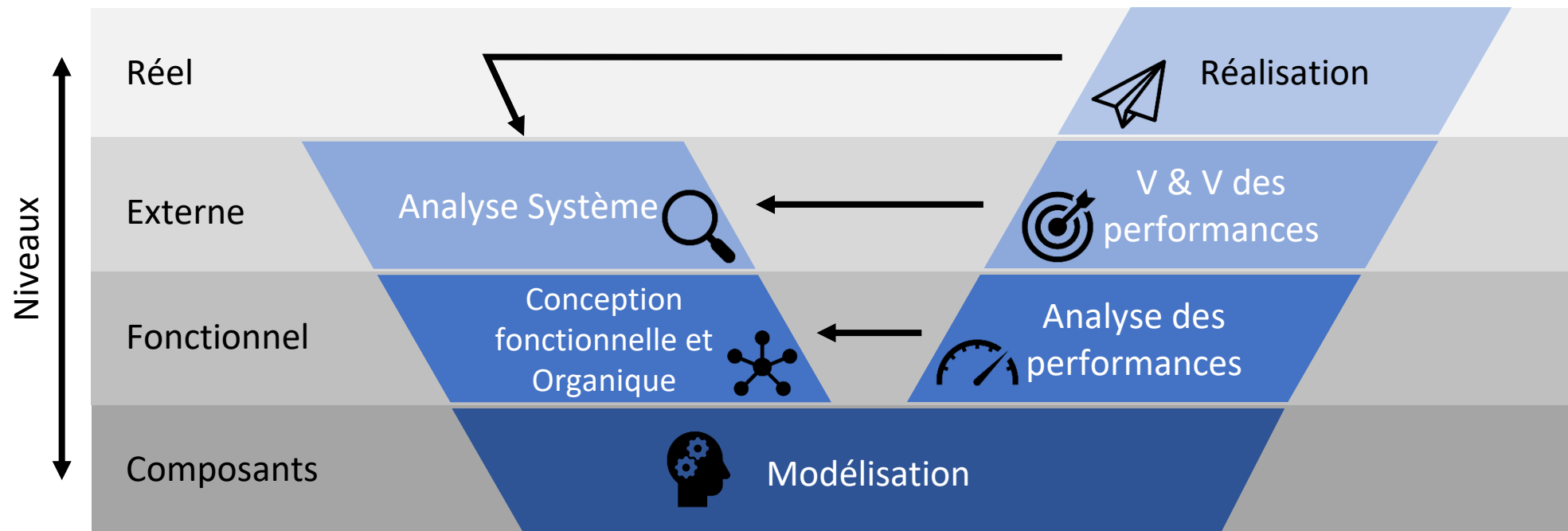
- Un programme approfondissant ce qui était vu en STI2D
 - Approfondissement des modèles théoriques
 - Possible grâce aux Mathématiques et à la Physique
 - Un enseignement qui dépasse celui vu en spécialité de Terminale STI2D
- Un programme plus global que dans les autres CPGE
 - Éco-conception
 - Résistance des matériaux
 - Modélisation des modulateurs statiques d'énergie
 - Internet des objets
 - ...
- 1h d'Aide Personnalisée en 1TSI

Matières	1TSI	2TSI
Mathématiques	11	10
Physiques-Chimie	9	8
Sciences Industrielles de l'Ingénieur	8	7
Informatique	2	2
Français	2	2
Anglais	2	2
Sport	2	2
TIPE		

SII	Modalité	1TSI	2TSI
	Cours	2	2
	TD	2	2
	TP	3	3
	AP	1	

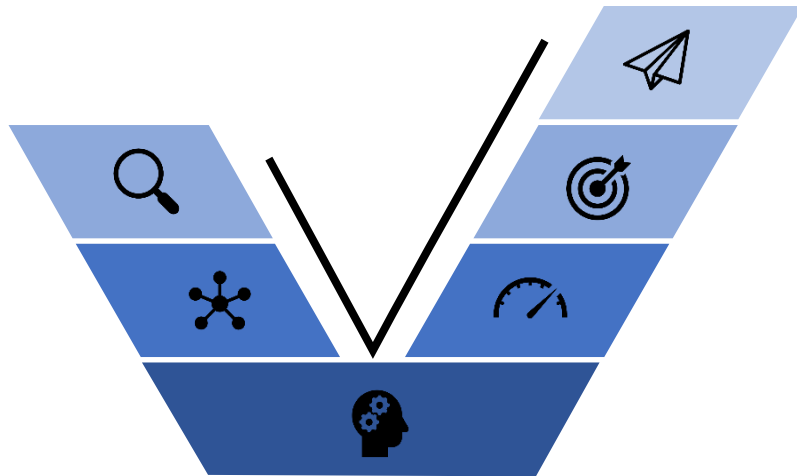
Philosophie

- Calquer notre progression sur une démarche d'Ingénierie Système
 - Itération et récursivité dans les apprentissages
 - Reprise du cycle en V
- Parcours des chaînes de puissance et d'information tout au long de la formation

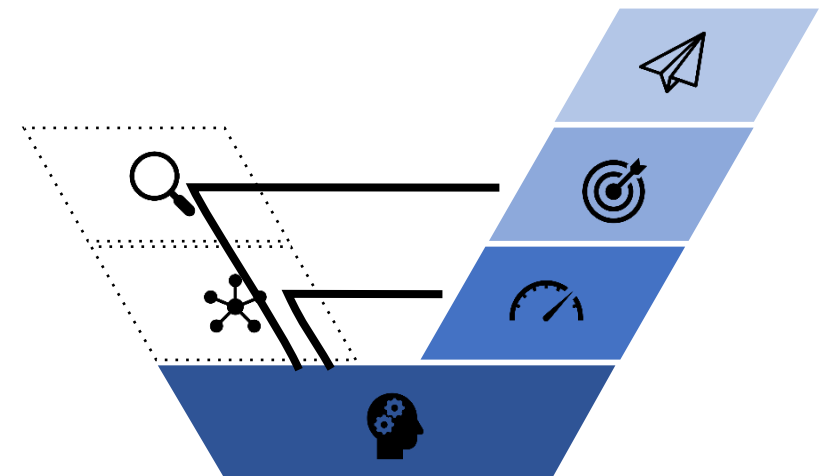


Philosophie

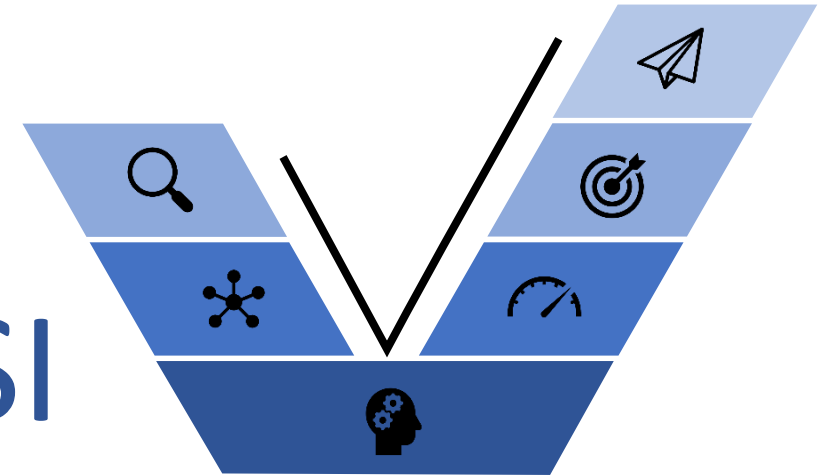
- En 1TSI
 - Le parcours du cycle en V



- En 2TSI
 - Récursivité et approfondissement



PROGRESSION EN 1TSI



Analyse des systèmes



Séquence 1 - Analyser et modéliser de façon acausale les systèmes complexes pluritechnologiques

Décrire le besoin et les exigences.

Traduire un besoin fonctionnel en exigences.

Définir les domaines d'application et les critères technico-économiques et environnementaux.

Qualifier et quantifier les exigences.

Évaluer l'impact environnemental et sociétal.

Définir les éléments influents du milieu extérieur.

Identifier la nature des flux échangés traversant la frontière d'étude.

Associer les fonctions aux constituants.

Justifier le choix des constituants dédiés aux fonctions d'un système.

Identifier et décrire les chaînes fonctionnelles du système.

Identifier et décrire les liens entre les chaînes fonctionnelles.

Identifier l'architecture structurelle d'un système.

Identifier la nature des flux échangés entre les différents constituants.

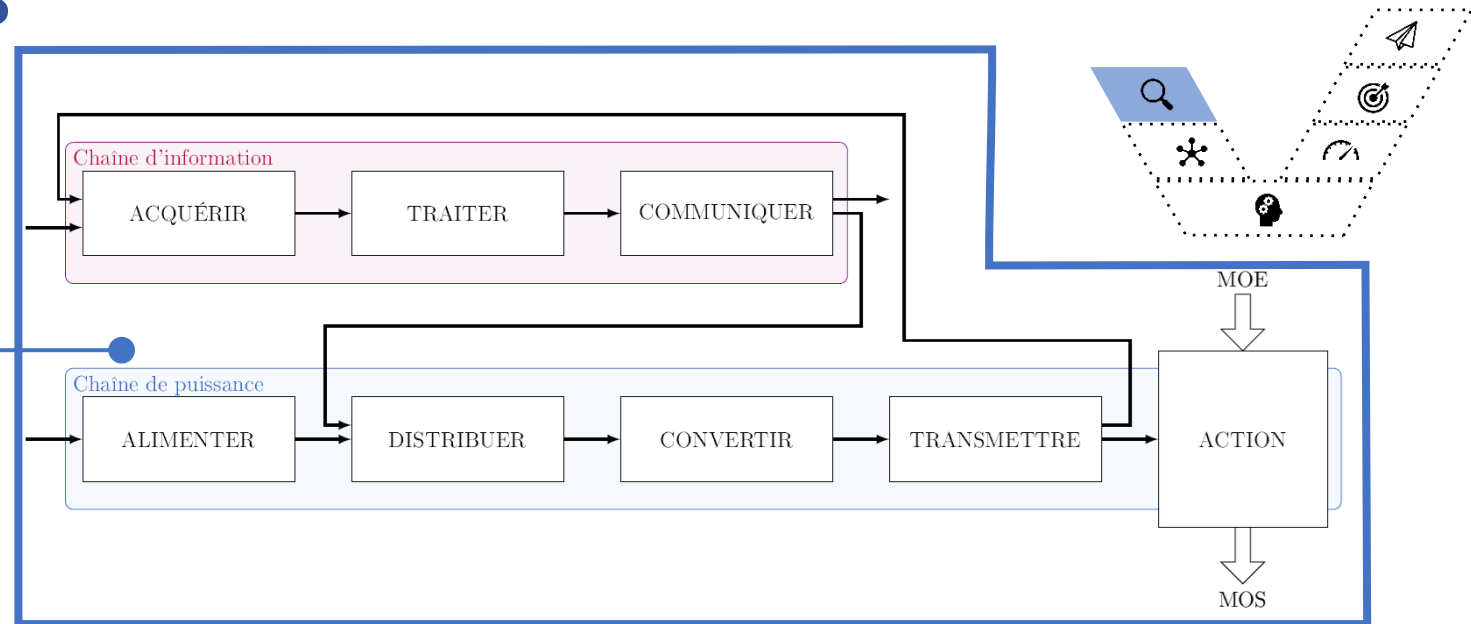
Caractériser un constituant de la chaîne de puissance.

Caractériser un constituant de la chaîne d'information.

Interpréter tout ou partie de l'évolution temporelle d'un système séquentiel.

Identifier la structure d'un système asservi.

[...]



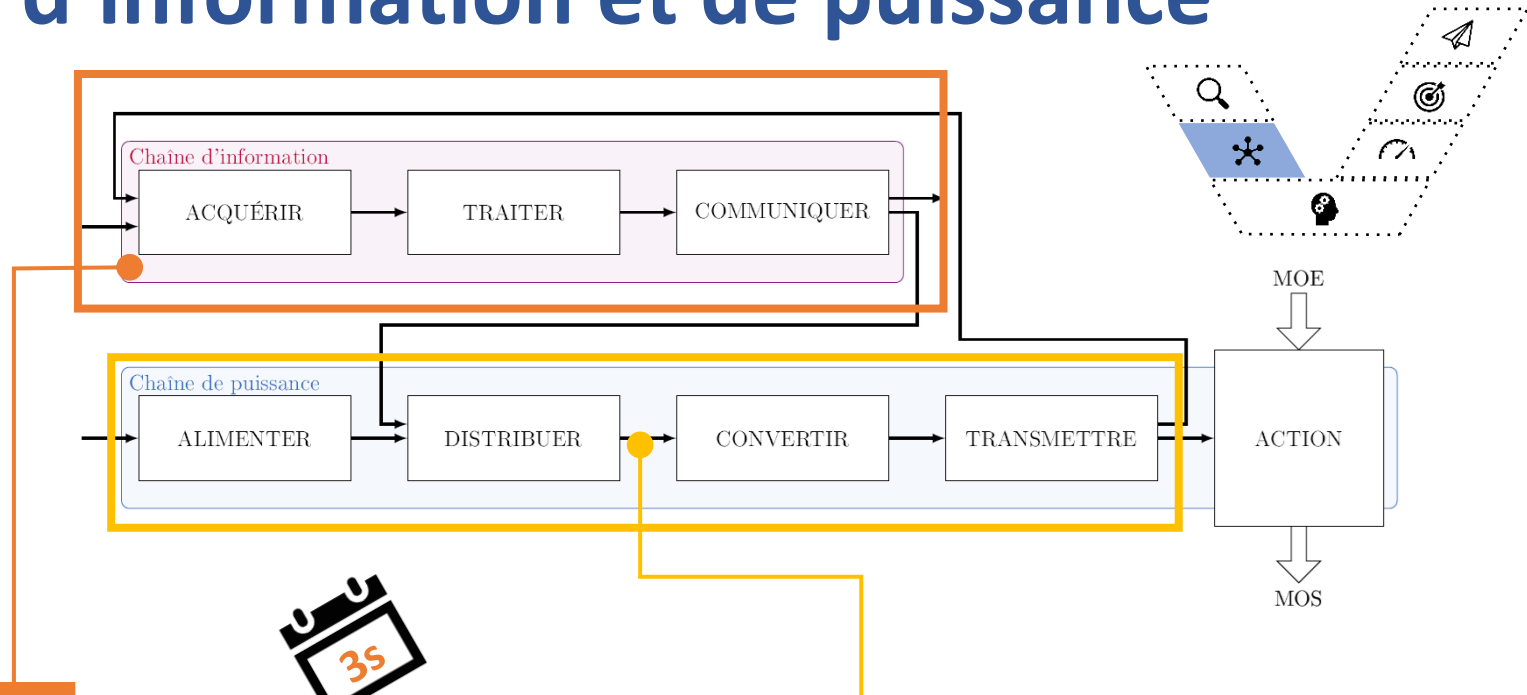
Objectif

Approche des systèmes par une vue externe, qui débouche ensuite sur une approche fonctionnelle

Analyse des chaînes d'information et de puissance

Objectif

Approfondissement des chaînes de puissance et d'information par les grandeurs d'Entrées et Sorties des différents blocs



Séquence 2 - Analyser, modéliser, expérimenter, concevoir et réaliser la chaîne d'information d'un système

Identifier la nature des flux échangés traversant la frontière d'étude.
 Associer les fonctions aux constituants.
 Justifier le choix des constituants dédiés aux fonctions d'un système.
 Identifier et décrire les chaînes fonctionnelles du système.
 Identifier l'architecture structurelle d'un système.
 Identifier la nature des flux échangés entre les différents constituants.
 Caractériser un constituant de la chaîne d'information.
 Analyser la structure d'un programme informatique. ⇄
 Analyser un algorithme. ⇄

[...]

Séquence 3 - Analyser, modéliser et concevoir la chaîne de puissance d'un système

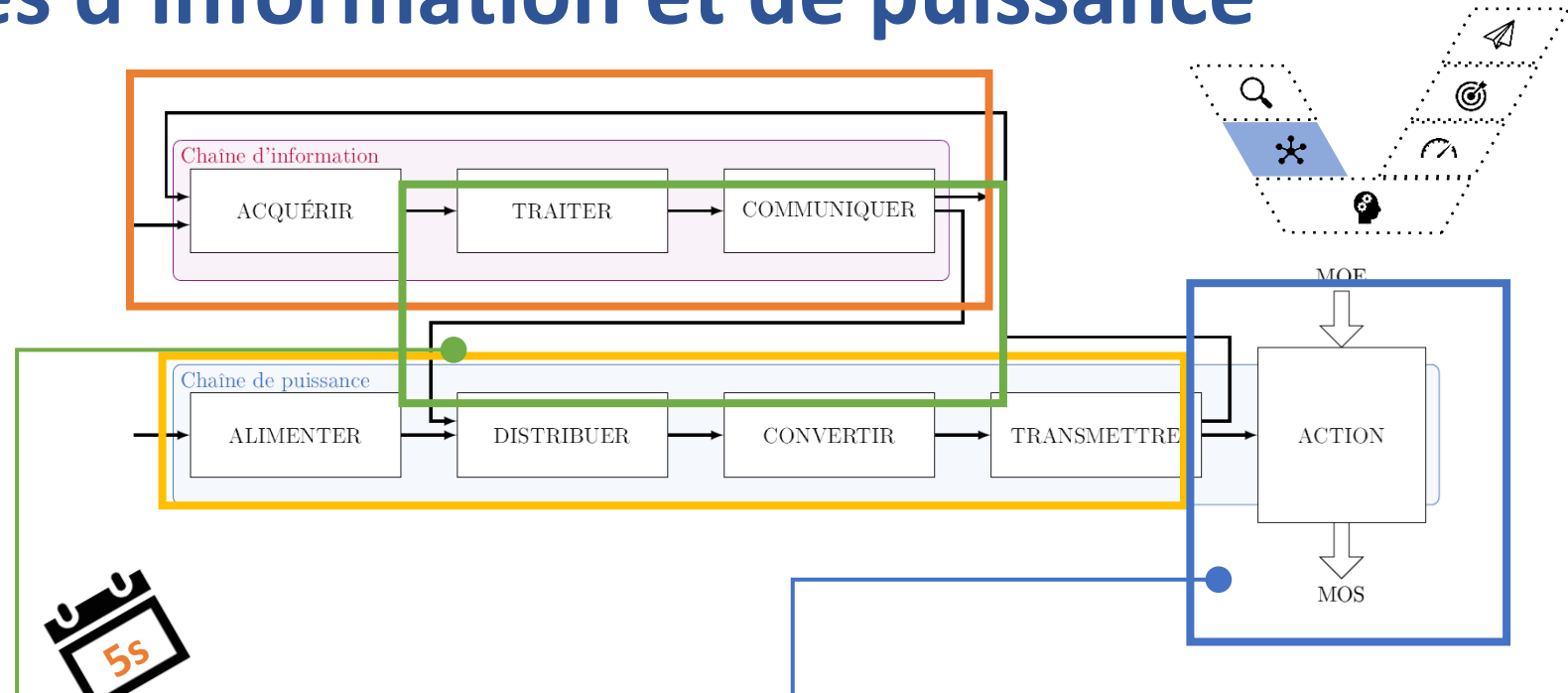
Identifier la nature des flux échangés traversant la frontière d'étude.
 Associer les fonctions aux constituants.
 Justifier le choix des constituants dédiés aux fonctions d'un système.
 Identifier et décrire les chaînes fonctionnelles du système.
 Identifier et décrire les liens entre les chaînes fonctionnelles.
 Identifier l'architecture structurelle d'un système.
 Identifier la nature des flux échangés entre les différents constituants.
 Caractériser un constituant de la chaîne de puissance.
 Interpréter tout ou partie de l'évolution temporelle d'un système séquentiel.
 Identifier les phénomènes physiques à modéliser.

[...]

Analyse des chaînes d'information et de puissance

Objectif

Approfondissement des chaînes de puissance et d'information par les grandeurs d'Entrées et Sorties des différents blocs



Séquence 4 - Analyser et expérimenter la transmission d'informations dans un système

Caractériser un constituant de la chaîne d'information.

Identifier les architectures matérielles et fonctionnelles d'un réseau de communication.

Identifier les architectures matérielles et fonctionnelles d'un réseau de communication.

Décoder une trame en vue d'analyser les différents champs et les données échangées

Relever les grandeurs caractéristiques d'un protocole de communication.

Mettre en œuvre une liaison entre objets communicants.

Choisir la technologie des constituants de la chaîne d'information.

Séquence 5 - Expérimenter, modéliser et résoudre pour déterminer les performances cinématiques des systèmes

Caractériser un constituant de la chaîne de puissance.

Proposer un modèle cinématique à partir d'un système réel ou d'une maquette numérique volumique.

Modéliser la cinématique d'un ensemble de solides.

Simplifier un modèle de mécanisme.

Proposer une démarche permettant d'obtenir une loi entrée-sortie géométrique ou cinématique. \Leftrightarrow

Proposer une démarche permettant la détermination d'une action mécanique inconnue ou d'une loi de mouvement.

Caractériser le mouvement d'un repère par rapport à un autre repère.

Déterminer les relations entre les grandeurs géométriques ou cinématiques.

Identifier les principales grandeurs physiques d'effort et de flux.

[...]

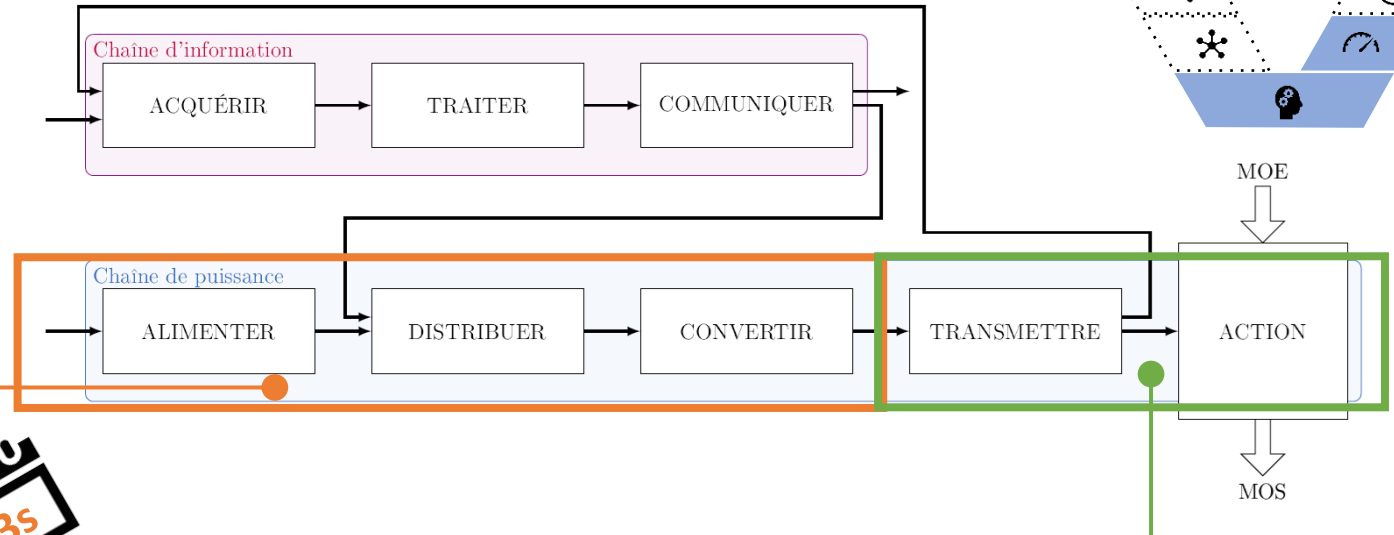
Modélisation de la chaîne de puissance alimentée en DC

Objectif

Approfondissement de la modélisation de la chaîne de puissance en faisant l'hypothèse d'une source d'énergie électrique continue

Séquence 6 - Expérimenter, modéliser et résoudre pour déterminer l'apport en énergie électrique en régime continu d'un système

- Caractériser un constituant de la chaîne de puissance.
- Compléter un modèle multiphysique.
- Associer un modèle aux constituants des chaînes fonctionnelles.
- Modéliser les modulateurs statiques d'énergie.
- Modéliser un convertisseur électromécanique en régime permanent.
- Modéliser la commande d'un ensemble asservi constitué du modulateur d'énergie, de la machine électrique et de sa charge.
- Proposer une démarche permettant de déterminer des grandeurs électriques.
- Déterminer les conditions d'équilibre de l'association convertisseur électromécanique et charge.
- Caractériser le point de fonctionnement en régime permanent de l'association convertisseur électromécanique et charge.
- Identifier les principales grandeurs physiques d'effort et de flux.
- Choisir la technologie des constituants de la chaîne de puissance.



Séquence 7 - Expérimenter, modéliser et résoudre pour déterminer les performances statiques des systèmes

- Isoler un système et justifier l'isolement.
- Définir les éléments influents du milieu extérieur.
- Identifier la nature des flux échangés traversant la frontière d'étude.
- Modéliser une action mécanique.
- Simplifier un modèle de mécanisme.
- Modifier un modèle de mécanisme afin de le rendre isostatique.
- Proposer une démarche permettant la détermination d'une action mécanique inconnue ou d'une loi de mouvement.
- Déterminer les actions mécaniques en statique.
- Identifier les principales grandeurs physiques d'effort et de flux.
- Produire des documents techniques adaptés à l'objectif de la communication. ⇐

Modélisation de la chaîne de puissance alimentée en AC

Objectif

Approfondissement de la modélisation de la chaîne de puissance en réduisant l'hypothèse précédente à une énergie électrique sinusoïdale



Séquence 8 - Expérimenter, modéliser et résoudre pour déterminer l'apport en énergie électrique en régime alternatif d'un système

Caractériser un constituant de la chaîne de puissance.

Compléter un modèle multiphysique.

Associer un modèle aux constituants des chaînes fonctionnelles.

Modéliser les modulateurs statiques d'énergie.

Modéliser un convertisseur électromécanique en régime permanent.

Modéliser la commande d'un ensemble asservi constitué du modulateur d'énergie, de la machine électrique et de sa charge.

Déterminer les signaux électriques dans les circuits.

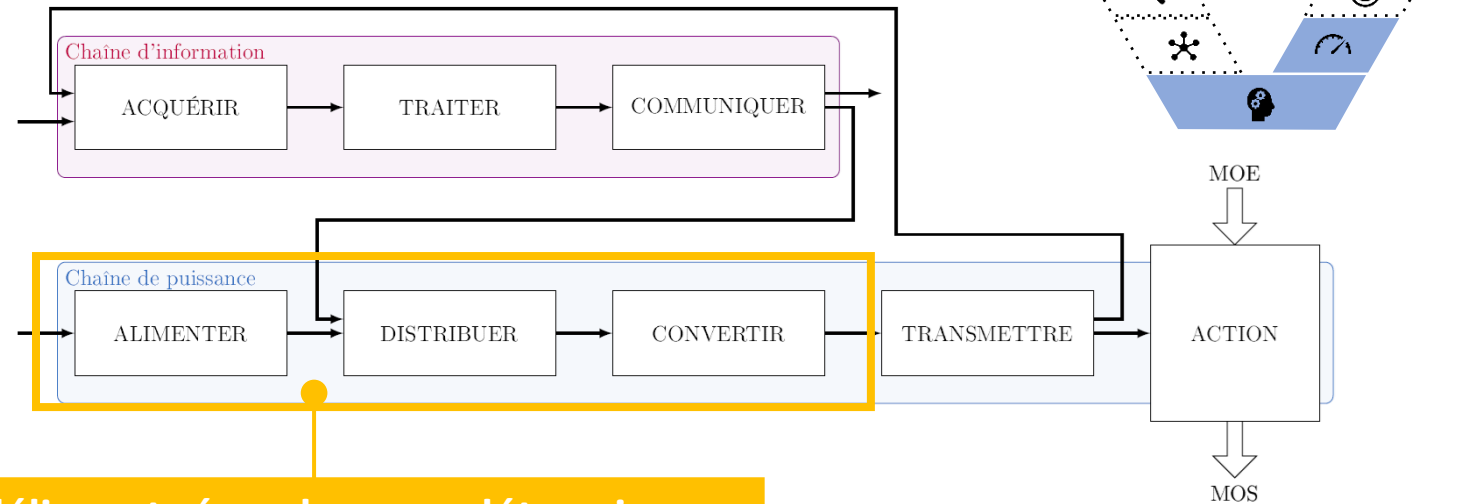
Déterminer les conditions d'équilibre de l'association convertisseur électromécanique et charge.

Caractériser le point de fonctionnement en régime permanent de l'association convertisseur électromécanique et charge.

Identifier les principales grandeurs physiques d'effort et de flux.

Proposer une architecture fonctionnelle et structurelle.

Choisir la technologie des constituants de la chaîne de puissance.



Modélisation comportementale du système

Séquence 9 - Résoudre de façon causale les systèmes complexes pluritechnologiques

Identifier la structure d'un système asservi.

Modéliser un système par schéma-blocs.

Établir un modèle de connaissance par des fonctions de transfert.

Modéliser le signal d'entrée.

Établir un modèle de comportement à partir d'une réponse temporelle ou fréquentielle. ⇌

Préciser les limites de validité d'un modèle.

Proposer une démarche permettant d'évaluer les performances des systèmes asservis.

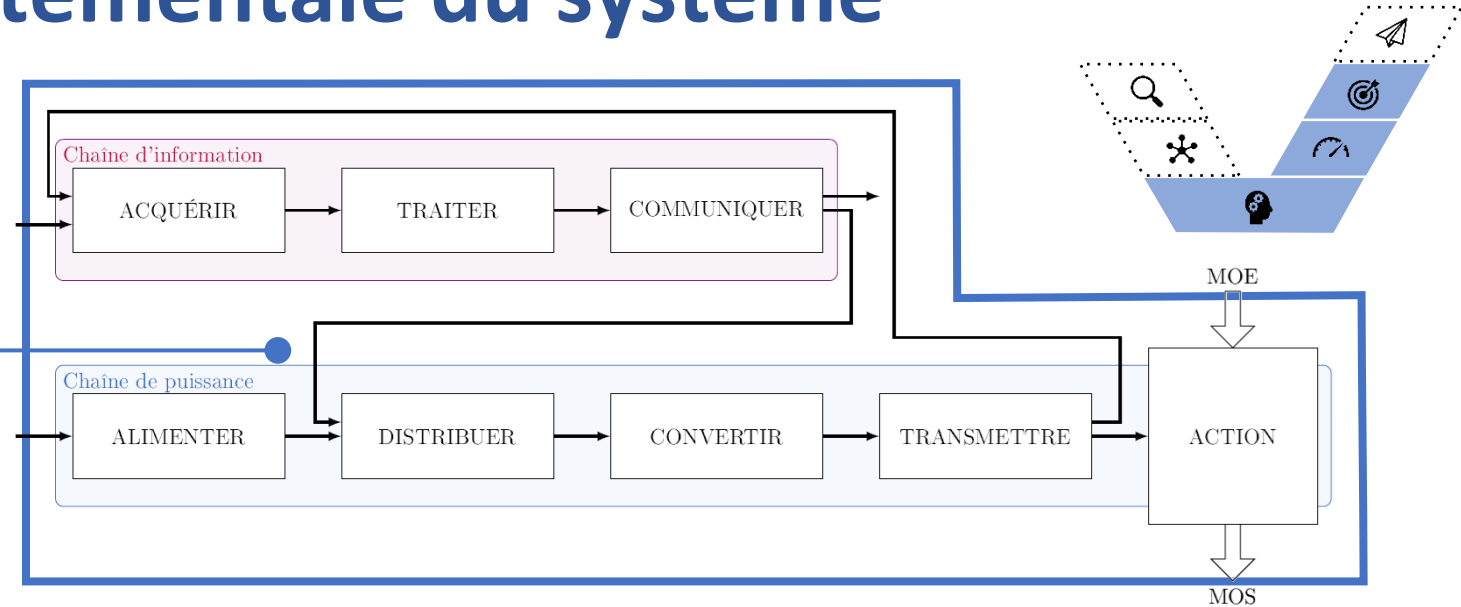
Déterminer la réponse temporelle.

Déterminer la réponse fréquentielle.

Déterminer les performances d'un système asservi.

Choisir les grandeurs d'entrées à imposer et les grandeurs de sorties à acquérir pour identifier un modèle de comportement sur un système ou sur un constituant du système.

Produire des documents techniques adaptés à l'objectif de la communication. ⇌



Objectif

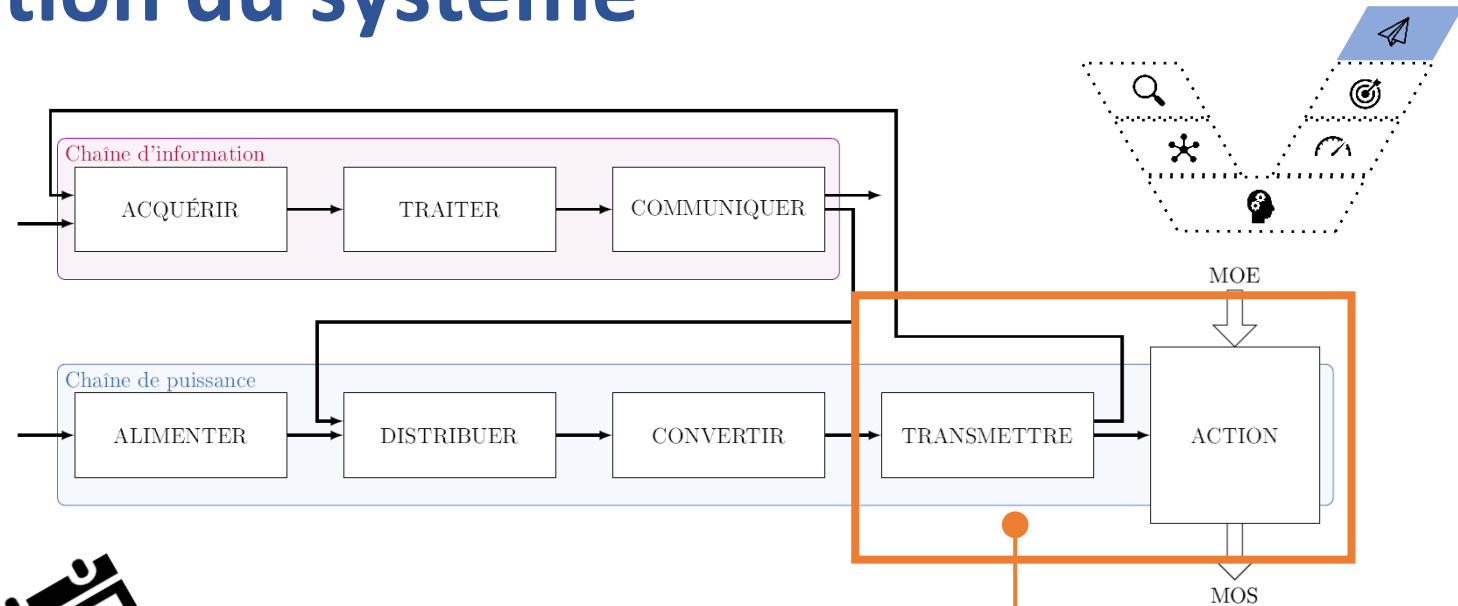
Les précédentes séquences ont permis d'élaborer des modèles de connaissances, cette séquence permet de les « relier » et ainsi de faire l'IVTV (remontée du cycle en V) du système.

Conception et Réalisation du système

Objectif

Une fois le système conçu, il est possible de passer à sa réalisation d'où cette séquence en fin de première année.

On reboucle sur la première séquence en prenant en compte l'éco-conception.



Séquence 10 - Concevoir et réaliser le prototype partiel d'un système

Justifier le choix d'un indicateur de performance.

Comparer qualitativement les caractéristiques physiques des matériaux.

Justifier le choix d'un matériau et/ou d'un procédé.

Analyser les résultats d'une simulation numérique de procédés.

Justifier le besoin fonctionnel d'une spécification.

Déterminer les grandeurs relatives au comportement d'une poutre.

Produire des documents techniques adaptés à l'objectif de la communication. ⇔

Proposer et hiérarchiser des critères de choix.

Écoconcevoir une pièce en optimisant le triptyque produit-procédés-matériaux.

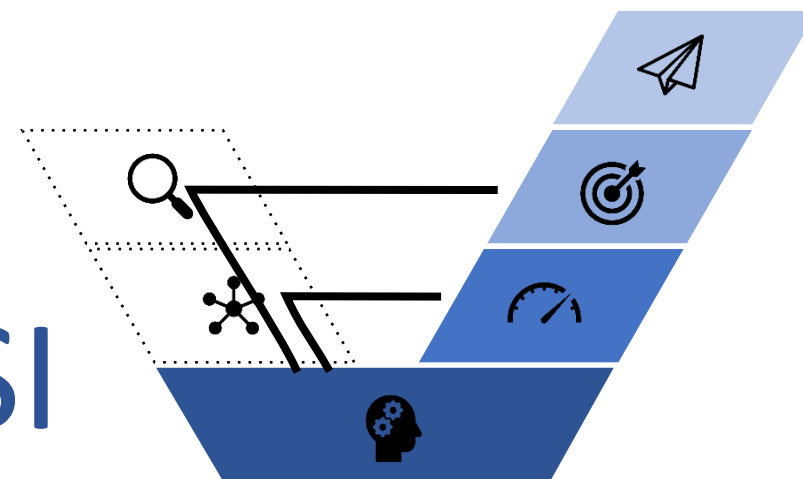
Synthèse de fin 1TSI



- Séquence 1
 - Définition des chaînes de puissance et d'information
- Séquences 2 et 3
 - Analyse des chaînes de puissance et d'information
- Séquences 4 à 8
 - Détermination et identification de modèles de comportement ou de connaissance pour chaque fonction
- Séquence 9
 - Définition des modèles d'asservissement
 - Validation des exigences de performances vues dans la séquence 1
- Séquence 10
 - Validation des exigences d'éco-conception vues dans la séquence 1
- Des limites et hypothèses ont été fixées.
- On peut maintenant les repousser.

1	Analyser et modéliser de façon acausale les systèmes complexes pluritechnologiques	2s
2	Analyser, modéliser, expérimenter, concevoir et réaliser la chaîne d'information d'un système	3s
3	Analyser, modéliser et concevoir la chaîne de puissance d'un système	3s
4	Analyser et expérimenter la transmission d'informations dans un système	2s
5	Expérimenter, modéliser et résoudre pour déterminer les performances cinématiques des systèmes	5s
6	Expérimenter, modéliser et résoudre pour déterminer l'apport en énergie électrique en régime continu d'un système	3s
7	Expérimenter, modéliser et résoudre pour déterminer les performances statiques des systèmes	3s
8	Expérimenter, modéliser et résoudre pour déterminer l'apport en énergie électrique en régime alternatif d'un système	3s
9	Résoudre de façon causale les systèmes complexes pluritechnologiques	4s
10	Concevoir et réaliser le prototype partiel d'un système	2s
Total		30s

PROGRESSION EN 2TSI



Limites des modèles

Séquence 11 - Limites de l'analyse, modélisation et résolution de 1TSI

Modéliser la cinématique d'un ensemble de solides.

Modéliser une action mécanique.

Modéliser les modulateurs statiques d'énergie.

Modéliser un convertisseur électromécanique en régime permanent.

Proposer une démarche permettant d'obtenir une loi entrée-sortie géométrique ou cinématique. \Leftrightarrow

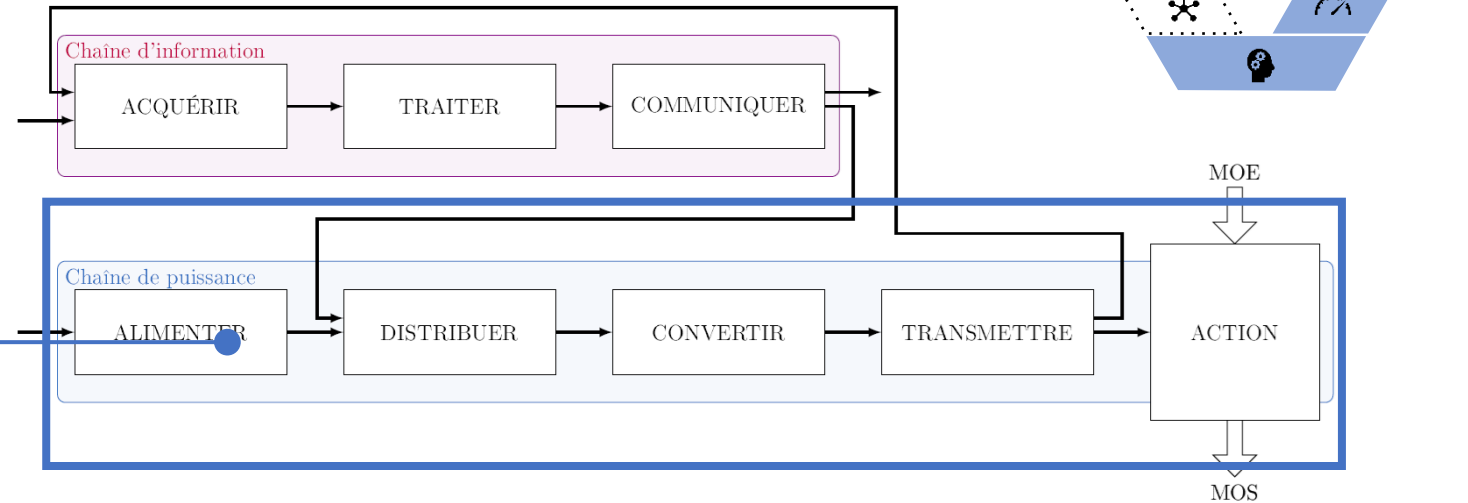
Déterminer les relations entre les grandeurs géométriques ou cinématiques.

Déterminer les actions mécaniques en statique.

Déterminer les signaux électriques dans les circuits.

Déterminer les conditions d'équilibre de l'association convertisseur électromécanique et charge.

Caractériser le point de fonctionnement en régime permanent de l'association convertisseur électromécanique et charge.



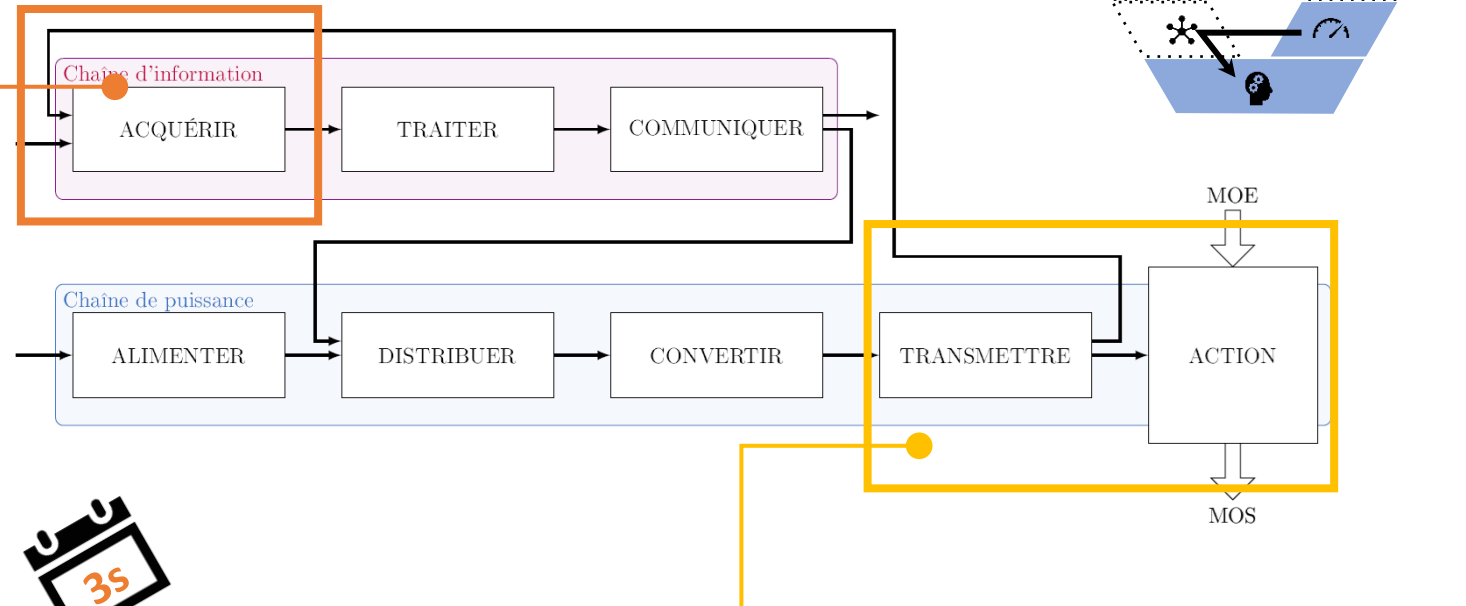
Objectif

Prendre du recul sur l'année de 1TSI et rappel des hypothèses effectuées

Amélioration par les modèles

Séquence 12 - Analyser et expérimenter le traitement de l'information comme vecteur d'amélioration de systèmes

- Justifier le choix des constituants dédiés aux fonctions d'un système.
- Caractériser un constituant de la chaîne d'information.
- Identifier les architectures matérielles et fonctionnelles d'un réseau de communication.
- Mettre en œuvre une liaison entre objets communicants.
- Proposer une architecture fonctionnelle et structurale.
- Choisir la technologie des constituants de la chaîne d'information.
- Implémenter et exécuter un programme sur une cible.



Séquence 13 - Modéliser et résoudre pour déterminer les performances dynamiques des systèmes

- Justifier le choix des constituants dédiés aux fonctions d'un système.
- Déterminer les caractéristiques d'un solide ou d'un ensemble de solides indéformables.
- Proposer une démarche permettant la détermination d'une action mécanique inconnue ou d'une loi de mouvement.
- Déterminer les actions mécaniques en dynamique dans le cas où le mouvement est imposé.
- Déterminer la loi de mouvement dans le cas où les efforts extérieurs sont connus.

Amélioration par les modèles

Séquence 14 - Expérimenter, modéliser et résoudre pour régler la partie commande de la chaîne d'information d'un système afin d'améliorer ses performances

Analyser le type de correction nécessaire pour atteindre les performances attendues.

Simplifier un modèle.

Modéliser un correcteur numérique. ⇔

Préciser les limites de validité d'un modèle.

Proposer une démarche permettant d'évaluer les performances des systèmes asservis.

Proposer une démarche de réglage d'un correcteur.

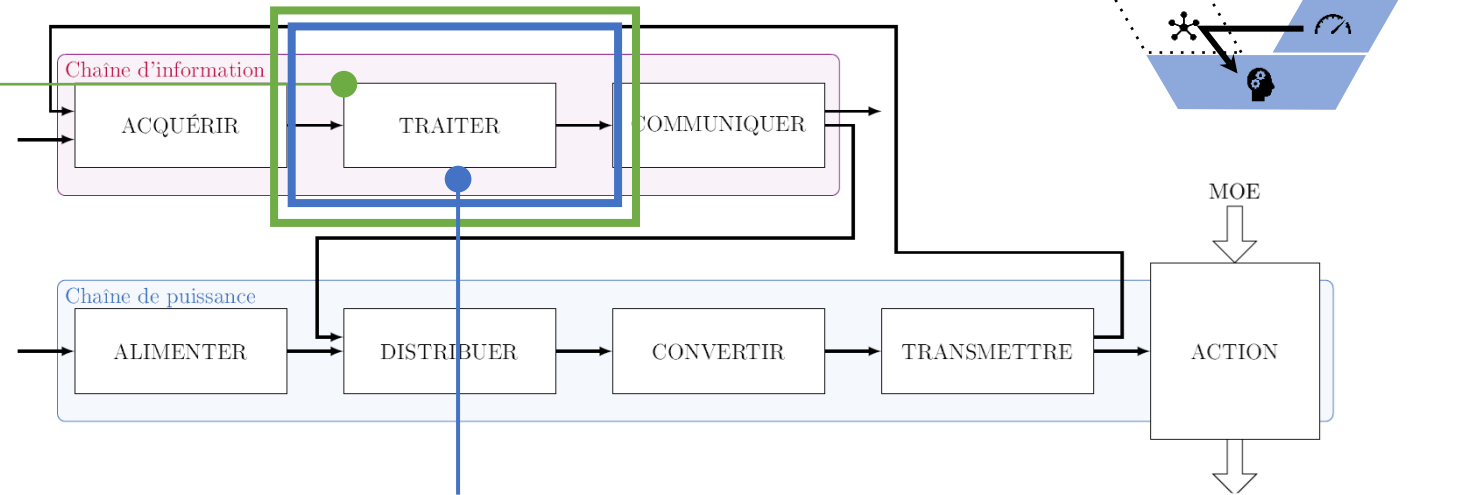
Déterminer la réponse temporelle.

Déterminer la réponse fréquentielle.

Déterminer les performances d'un système asservi.

Mettre en œuvre une démarche de réglage d'un correcteur.

Modifier la commande pour faire évoluer le comportement du système.



Séquence 15 - Expérimenter, modéliser et résoudre pour programmer la partie commande de la chaîne d'information d'un système afin d'améliorer ses performances

Caractériser un constituant de la chaîne d'information.

Analyser un algorithme. ⇔

Analyser les principes d'intelligence artificielle. ⇔

Modéliser un correcteur numérique. ⇔

Choisir une démarche de résolution d'un problème d'ingénierie numérique. ⇔

Mener une simulation numérique. ⇔

Résoudre numériquement une équation ou un système d'équations. ⇔

Résoudre un problème en utilisant une solution d'intelligence artificielle. ⇔

Générer un programme et l'implanter dans le système cible.

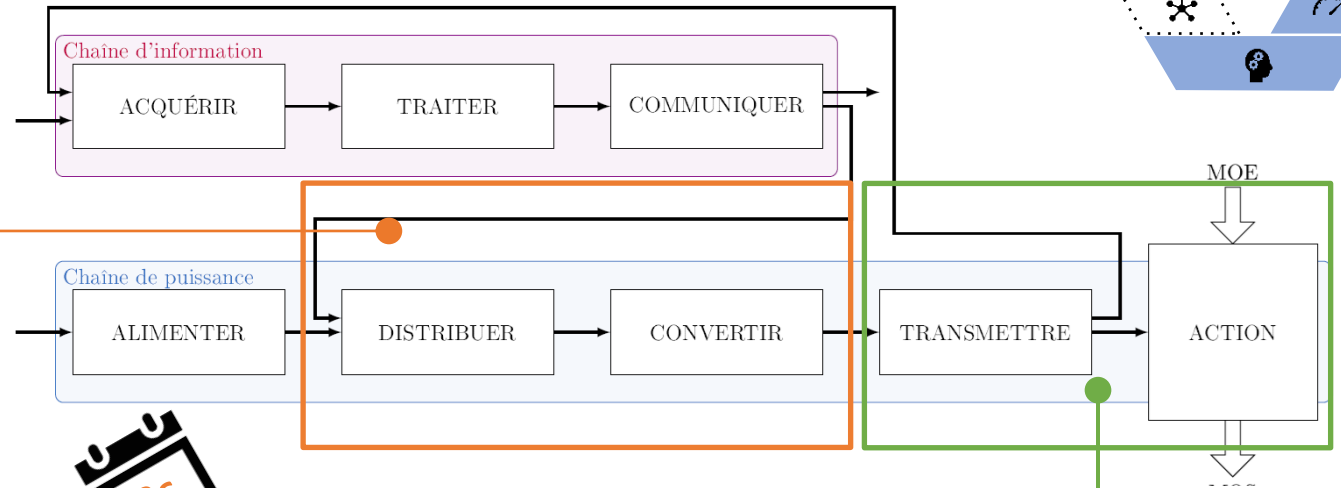
[...]

Améliorations par la technologie



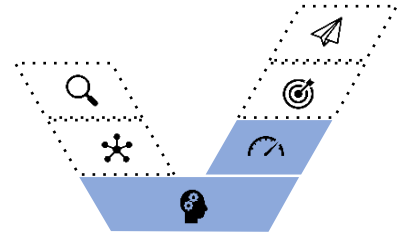
Séquence 16 - Modéliser et résoudre l'apport énergétique par machines asynchrones et synchrones de systèmes complexes

- Justifier le choix des constituants dédiés aux fonctions d'un système.
- Caractériser un constituant de la chaîne de puissance.
- Compléter un modèle multiphysique.
- Associer un modèle aux constituants des chaînes fonctionnelles.
- Modéliser les modulateurs statiques d'énergie.
- Modéliser un convertisseur électromécanique en régime permanent.
- Modéliser la commande d'un ensemble asservi constitué du modulateur d'énergie, de la machine électrique et de sa charge.
- Déterminer les signaux électriques dans les circuits.
- Déterminer les conditions d'équilibre de l'association convertisseur électromécanique et charge.
- Caractériser le point de fonctionnement en régime permanent de l'association convertisseur électromécanique et charge.
- Proposer une architecture fonctionnelle et structurelle.
- Choisir la technologie des constituants de la chaîne de puissance.



Séquence 17 - Expérimenter, modéliser et résoudre pour caractériser la résistance et la rigidité des composants de la chaîne de puissance et de la structure d'un système

- Justifier le choix d'un indicateur de performance.
- Comparer qualitativement les caractéristiques physiques des matériaux.
- Associer un modèle poutre à un solide.
- Paramétrer un modèle dans un logiciel de simulation par éléments finis.
- Proposer une démarche permettant de déterminer les contraintes et/ou les déplacements le long d'une poutre.
- Déterminer les grandeurs relatives au comportement d'une poutre.
- Écoconcevoir une pièce en optimisant le triptyque produit-procédés-matériaux.

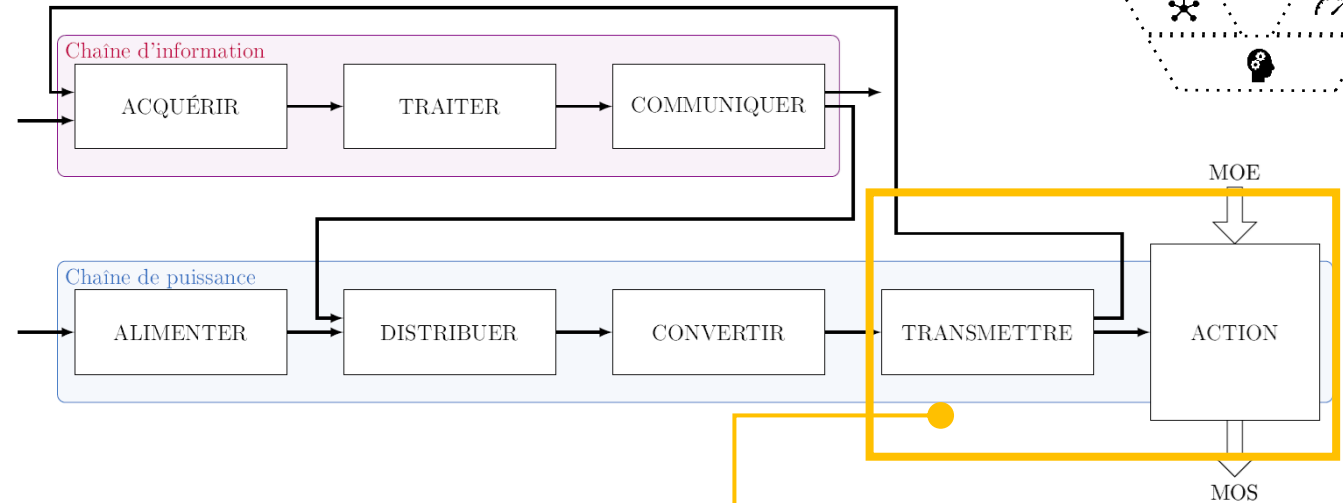


Réalisation du système

Objectif

Une fois le système conçu, il est possible de passer à sa réalisation :

- prise en compte de la déformation des pièces ;
- spécifications et cotations GPS;
- théorie des mécanismes.



Séquence 18 - Concevoir et réaliser les composants de la chaîne de puissance et de la structure d'un système

Justifier le choix des constituants dédiés aux fonctions d'un système.

Justifier le choix d'un indicateur de performance.

Comparer qualitativement les caractéristiques physiques des matériaux.

Justifier le choix d'un matériau et/ou d'un procédé.

Analyser les résultats d'une simulation numérique de procédés.

Justifier le besoin fonctionnel d'une spécification.

Paramétrer un modèle dans un logiciel de simulation par éléments finis.

Produire des documents techniques adaptés à l'objectif de la communication. ⇔

Proposer une architecture fonctionnelle et structurelle.

Intégrer les contraintes d'écoconception dans les architectures proposées.

Proposer et hiérarchiser des critères de choix.

Écoconcevoir une pièce en optimisant le triptyque produit-procédés-matériaux.

Synthèse de fin 2TSI



- Un programme complètement couvert
 - Phases de révision du programme de 1TSI
 - Alternances des domaines pour consolidation des acquis
- Après les écrits des concours
 - Approfondissement des compétences :
 - D - Expérimenter
 - G – Communiquer

11	Limites de l'analyse, modélisation et résolution de 1TSI	3s
12	Analyser et expérimenter le traitement de l'information comme vecteur d'amélioration de systèmes	3s
13	Modéliser et résoudre pour déterminer les performances dynamiques des systèmes	3s
14	Expérimenter, modéliser et résoudre pour régler la partie commande de la chaîne d'information d'un système afin d'améliorer ses performances	3s
15	Expérimenter, modéliser et résoudre pour programmer la partie commande de la chaîne d'information d'un système afin d'améliorer ses performances	3s
16	Modéliser et résoudre l'apport énergétique par machines asynchrones et synchrones à des systèmes complexes	3s
17	Expérimenter, modéliser et résoudre pour caractériser la résistance et la rigidité des composants de la chaîne de puissance et de la structure d'un système	2s
18	Concevoir et réaliser les composants de la chaîne de puissance et de la structure d'un système	2s
Total		22s

Conclusion

- Une progression
 - Avec du sens
 - Adaptée à nos élèves de STI2D
- Bilan pour les élèves
 - Du sens dans l'articulation des chapitres et donc dans la discipline
 - Possibilité de faire des analogies entre certains chapitres
 - Obligation pour eux d'aborder tous les chapitres

