

Science métaphorique

"Inconscience sans conscience n'est que ruine de la science".

Gianni Mocellin

Introduction.....	4
Les métonymies.....	14
Les métaphores.....	17
La classification des métaphores.....	17
<i>Selon leur complexité.....</i>	<i>17</i>
La vie est un voyage.....	17
Bon est haut, bas est mauvais	17
<i>Selon leur nature.....</i>	<i>18</i>
La pensée est un ordinateur	18
La pensée est un réservoir.....	18
<i>Selon leur conventionnalité.....</i>	<i>18</i>
La vie est un voyage.....	18
La vie est une boîte de chocolats	18
<i>Selon leur généralité.....</i>	<i>18</i>
La pulsion est une force	18
La rage est une bouilloire.....	18
<i>Selon leur enracinement.....</i>	<i>18</i>
La vie est une pièce de théâtre.....	18
La rage est la chaleur	18
<i>Selon leur niveau d'abstraction.....</i>	<i>18</i>
Une théorie est une construction	18
Plus est haut.....	18
La création de métaphores	18
<i>Les contacts vitaux</i>	<i>21</i>
Les métaphysiques	Error! Bookmark not defined.
L'électromagnétisme	Error! Bookmark not defined.
La thermique	91
<i>Capacitance thermique</i>	<i>91</i>
Les métaphysiques	23
La métaphore énergétique.....	23
La métaphore mécanique.....	23
<i>La métaphore linéique.....</i>	<i>23</i>
<i>La métaphore cyclique.....</i>	<i>31</i>
La taille des investisseurs	32
Les contraintes	33
<i>La métaphore surfacique.....</i>	<i>42</i>
<i>La métaphore volumique.....</i>	<i>52</i>
La métaphore électrique	63
<i>La vitesse de l'électricité</i>	<i>63</i>
<i>La vitesse des charges</i>	<i>64</i>
La métaphore magnétique	73
La métaphore fluide.....	79
<i>Les fluides incompressibles.....</i>	<i>79</i>
<i>Les fluides compressibles.....</i>	<i>80</i>
<i>Les thermofluides.....</i>	<i>80</i>
La métaphore thermique.....	91
La métaphore chimique	99
La métaphore atomique.....	102

La métaphore thermodynamique.....	102
La métaphore métallique	102
La métaphore chronologique.....	102
La métaphore logique.....	123
La métaphore informatique	128
La métaphore géographique	128
La métaphore botanique	128
La métaphore zoologique.....	128
La métaphore écologique	129
<i>Connecteurs.....</i>	<i>129</i>
<i>Population régionale.....</i>	<i>129</i>
<i>Reproduction.....</i>	<i>131</i>
<i>Mort.....</i>	<i>132</i>
<i>Predation.....</i>	<i>133</i>
<i>Système classique.....</i>	<i>134</i>
<i>Introduction d'une troisième espèce.....</i>	<i>134</i>
<i>Migration.....</i>	<i>135</i>
La métaphore diététique	136

Introduction

En hiver 2'021 JEAN et moi-même avons rédigé

"Le cahier des charges"

d'un simulateur de marchés financiers.

L'histoire de la rédaction de ce cahier des charges est racontée dans le document

"Science opérationnelle".

Le présent document raconte l'histoire de

"La réalisation"

du dit simulateur de marchés financiers.

Pour ce qui est de

"L'expérimentation"

elle est racontée dans le document

"Science réelle"

JEAN

Maintenant qu'on a un cahier des charges il faut passer à la réalisation du simulateur.

GIANNI

Si on veut s'en sortir, il faut absolument maîtriser les idées de métonymie et de métaphore.

JEAN

Explique.

GIANNI

La différence principale entre une métonymie et une métaphore est que la métonymie implique des idées très simples alors que la métaphore implique des idées beaucoup plus complexes.

Si on prend comme critère la complexité, on peut dire que la métonymie est pour la pensée une opération plus simple que celle de la métaphore.

La pensée utilise la métonymie pour penser à une entité par l'intermédiaire d'une autre, à penser à une entité abstraite par l'intermédiaire d'une idée concrète.

En général, c'est la proximité des idées qui guide la pensée.

Quelques exemples de métonymies, par lesquelles la pensée saisit une idée par une autre:

- "*Un système complexe*" par "*un produit*":

"*Un réfrigérateur*" par "*Un Frigidaire*"

les deux entités sont très proches;

- "*Un tout*" par "*une partie*":

"*Un homme décidé*" par "*Une main de fer*"

les deux entités sont évidemment très proches;

- "*Un utilisateur*" par "*un instrument*":

"Le meilleur violoniste" par *"Le premier violon"*

les deux entités sont très proches.

- "*Un contenu*" par "*un contenant*":

"Boire un liquide" par *"Boire un verre"*

les deux entités sont très proches.

La métonymie sert donc à la pensée à accéder à une idée moins accessible, plus abstraite, par une autre idée plus concrète, plus accessible.

La métaphore implique en revanche la mise en relation d'idées plus complexes que les simples entités de la métonymie, des idées qui impliquent à la fois des entités et des interactions.

La distance entre les idées est toujours en terme d'abstraction: l'un des domaines est hautement abstrait et l'autre hautement concret.

Par exemple:

- "*Les idées*" par "*La nourriture*":

l'idée de idées est plus abstraite que l'idée de nourriture;

- "*L'amour*" par "*Un voyage*":

l'idée de l'amour est plus abstraite que l'idée d'un voyage;

- "*Les organisations*" par "*des plantes*":

L'idée d'organisation est plus abstraite que l'idée de plante.

En outre, comme les métaphores sont caractérisées par leur complexité elles peuvent aller de métaphores très simples à des métaphores très complexes.

Enfin, selon le contexte général dans lequel elle est utilisée, une métaphore peut signifier une idée et son contraire.

C'est le contexte qui crée la variabilité des métaphores:

"Tu as l'air d'aller mieux, d'avoir envie de vivre".

"Ma femme est une ancre".

contre:

"Tu as l'air d'aller mal, d'en avoir marre de la vie".

"Ma femme est une ancre".

JEAN

"Je suis là où je voulais être".

"Je suis à une croisée des chemins".

"J'en ai beaucoup vu".

"Je suis perdu".

Ces phrases sont typiques de la manière dont je pense à la vie en général et à celle de mon comportement sur les marchés financiers en particulier.

GIANNI

Toutes ces phrases me montrent que tu penses à une idée aussi abstraite que

"la vie des marchés financiers"

en termes concrets de

"voyage",

Penser à l'idée abstraite de *"vie"* t'est facilité en pensant à l'idée concrète de *"voyage"*, c'est ce que je peux appeler

"la métaphore du voyage"

JEAN

Je peux dire que le domaine de départ de ma pensée est

"La vie",

et que le domaine d'arrivée de ma pensée est

"Le voyage".

Si je comprends bien, ma pensée projette mon idée abstraite de la vie dans mon expérience concrète du voyage pour la comprendre.

GIANNI

Tu peux me donner un exemple plus précis?

JEAN

Par exemple, si je pense à un investissement sur le marché, je m'en fais souvent une idée un peu comme la suivante:

"Cet investissement ne me mène nulle part".

GIANNI

Pour moi, l'idée:

"ne mène nulle part"

peut être décomposée en deux idées:

"mener"

et

"nulle part"

C'est-à-dire un voyage qui n'a pas de destination claire, et, l'idée:

"me"

représente le voyageur impliqué, l'entité qui voyage.

Je peux décomposer l'idée globale représentant l'événement auquel tu penses en quatre idées principales:

- un voyageur;
- un point de départ;
- un voyage, et,

- une destination.

Si cette idée est située dans le contexte d'un marché financier, je sais que tu as en tête:

- non pas un voyageur réel, mais un investisseur,
- non pas un voyage réel, mais un investissement sur le marché, et,
- non pas une destination physique à la fin du voyage, mais un but financier.

Dans le contexte du marché, l'idée:

"Ce fut une route cahotique"

ne représente pas des obstacles rencontrés par un voyageur sur une route difficile, mais des difficultés qu'un investisseur a rencontrées lors de la constitution de son portefeuille.

L'idée:

"Il est bloqué"

ne signifie pas que le voyageur est face à un mur, une rivière ou une montagne, mais que l'investisseur est face à un obstacle insurmontable.

L'idée:

"Il a pris une impasse"

ne signifie pas que le voyageur va devoir faire demi-tour, mais que l'investisseur s'est engagé dans de mauvais investissements.

L'idée:

"Il est sorti de la route"

ne signifie pas que le voyageur a raté un virage et que la voiture est sortie de la route, mais que l'investisseur s'est éloigné de la bonne stratégie.

L'idée:

"Il a démarré sur les chapeaux de roue"

ne signifie pas que le voyageur a accéléré à fond et que les roues de la voiture ont patiné, mais que l'investisseur a été vif à réagir dans une situation particulière.

L'idée:

"Il a fait un bon bout de chemin"

ne signifie pas que le voyageur a voyagé loin, mais qu'un gros progrès a été fait dans la constitution d'un bon portefeuille.

L'idée:

"Il est à une croisée des chemins"

ne signifie pas que le voyageur est en train de regarder des panneaux indicateurs à un croisement pour décider quelle route prendre, mais que des choix doivent être faits l'investisseur pour décider de la stratégie à suivre depuis la situation dans laquelle ils se trouve.

L'idée:

"Il est en train de couler"

ne signifie pas que le bateau pris par le voyageur est en train de couler, mais que les investissements faits par l'investisseur se révèlent mauvais.

JEAN

En fait tu me représente la vie d'un marché financier en termes de voyage.

GIANNI

C'est parce que je sais que tu as une très grande expérience des voyages et qu'il faut absolument en tirer profit pour comprendre la vie des marchés financiers.

Je constate aussi qu'on a tous les éléments pour modéliser des événements du marché.

Pour résumer on pourrait dire qu'on maîtrise une projection mentale entre:

- un domaine abstrait à comprendre: les marchés financiers, et,
- un domaine concret déjà compris: le voyage.

Je mets l'abstrait avant le concret pour insister sur le fait que comprendre part toujours d'un domaine abstrait à comprendre pour aller vers un domaine concret déjà compris.

Le travail de l'utilisateur du simulateur consiste donc à projeter sur un domaine qu'il connaît bien le domaine inconnu qu'il cherche à comprendre.

Et le travail du modélisateur consiste à projeter à son tour les idées que lui propose l'utilisateur dans le simulateur.

En détaillant un peu, on peut dire que dans la métaphore du voyage pour comprendre les marchés financiers on a la projection suivante:

- l'investisseur -----> le voyageur;
- les investissements -----> le véhicule;
- les changements d'investissements -----> le voyage;
- le changement réalisé -----> la distance parcourue;
- les obstacles du chemin -----> les difficultés rencontrées pour investir;
- le choix de la route prise -----> le choix stratégique effectué;
- la destination du voyage -----> le but de l'investissement.

En fait, tu pourrais croire que:

- les idées constituant le domaine de départ, le marché financier, ont toujours été présentes dans ta pensée, et que,
- tu utilises cette métaphore car elle correspond à des similarités préexistantes dans ton esprit entre les deux domaines.

Mais ce n'est pas le cas:

le domaine de la finance n'était pas compris en ces termes avant qu'il ne soient structurés de manière explicite par le domaine du voyage.

C'est la projection du domaine de la finance dans le domaine du voyage qui lui donne une substance et une structure qu'il n'avait pas auparavant, en clair qui lui donne une signification, une compréhension, qui peut être mise à disposition du modélisateur.

On pourrait même dire que c'est le fait de penser en termes de voyage qui a "créé" l'idée que tu te fais du domaine de la finance dans ta pensée.

Pour bien comprendre qu'il en est ainsi, il suffit que tu essayes de m'expliquer les buts, les choix, les difficultés ou les progrès que peut faire un financier sans utiliser le domaine du voyage.

Essaye de m'expliquer un objectif d'investissement financier sans m'expliquer qu'il s'agit d'atteindre une destination à la fin d'un voyage.

Essaye de m'expliquer les progrès faits par un financier dans ses investissements sans m'expliquer la distance qu'il a parcourue lors d'un voyage.

Essaye de m'expliquer les décisions qu'un financier a prises lors de ses financements sans m'expliquer qu'il a fait des choix entre plusieurs directions lors d'un voyage.

La difficulté de le faire te démontre que le domaine de départ de la finance n'est pas structuré indépendamment du domaine d'arrivée du voyage dans la pensée.

Quand tu m'expliques des idées qui constituent le domaine de départ, la finance, il t'est souvent difficile de les exprimer sans avoir recours au domaine d'arrivée, le voyage.

Par exemple, quand tu me parles de

"but de la finance"

je pense que ce n'est qu'une manière déguisée de me parler de but d'un voyage: l'idée de

"but"

a une signification littérale et physique de

"fin",

de fin d'un voyage, pas simplement une signification imagée.

De même, l'idée de

"progrès"

a aussi une signification littérale et physique en plus de sa signification imagée, qui provient des idées concrètes de

"marcher", *"avancer"*.

Ces exemples montrent que de nombreux éléments que la pensée utilise pour représenter le domaine abstrait de la finance proviennent de domaines concrets de l'expérience, qui sont préexistants dans la pensée.

JEAN

Tu as un autre exemple?

GIANNI

On peut prendre l'entreprise si tu veux?

JEAN

D'accord.

GIANNI

"L'entreprise est une plante".

Ce qui donne les projections suivantes de l'idée abstraite d'entreprise sur l'idée concrète de plante:

"C'est une branche de l'entreprise".

"L'entreprise est en croissance".

"L'entreprise est enracinée dans l'informatique".

"L'entreprise a une floraison de produits en ce moment".

"L'entreprise a récolté les fruits de la délocalisation".

En gros, on a les correspondances ci-dessous.

Une entreprise -----> Une plante

Une partie d'entreprise -----> Une partie de plante

Le développement d'une entreprise -----> La croissance d'une plante

L'origine d'une entreprise -----> La racine d'une plante

La période prometteuse d'une entreprise -----> La floraison d'une plante

Les profits d'une entreprise -----> Les fruits d'une plante

Les éléments du domaine des plantes correspondent systématiquement aux éléments du domaine des entreprises et les idées utilisées pour comprendre les plantes, des réalités concrètes, sont systématiquement utilisées pour comprendre les entreprises, des réalités abstraites.

Connaître une métaphore suppose de connaître les liens entre les éléments mais ne suppose pas que cette connaissance soit consciente avant l'explicitation de la métaphore.

Cette connaissance est largement inconsciente et ce n'est que pour les besoins de la modélisation que l'on rend ces projections conscientes.

Pour comprendre une culture, la culture financière en particulier, on doit comprendre les métaphores qui sont socialement fixées dans la dite culture.

Sans oublier que les métaphores sont toujours partielles, sinon les deux domaines, l'abstrait et le concret, seraient strictement identiques, ce qui est impossible.

Les domaines de départ abstraits, comme la finance par exemple, ne s'expliquent souvent pas par un seul domaine d'arrivée, et plusieurs domaines d'arrivée concrets peuvent être nécessaires pour bien comprendre un domaine de départ.

Par exemple l'idée négociation peut être projetée sur les idées de chaleur ou de force selon le besoin, et les deux idées d'arrivée peuvent même se compléter si on parvient à en faire une seule idée qui englobe les deux.

En d'autres mots, la projection de certains éléments d'une idée abstraite de départ sur une idée concrète d'arrivée dépend des expériences préalables des gens qui les utilisent, raison pour laquelle il faut utiliser les projections communément admises dans une communauté, en particulier celle des financiers, si on veut comprendre leur psychologie.

En résumé, il faudrait avoir une méthode systématique pour identifier les métaphores utilisées par les investisseurs réels sur les marchés financiers réels et comprendre pourquoi ils utilisent ces métaphores afin de pouvoir les transcrire dans le langage du simulateur.

Les métonymies

JEAN

Pourquoi tu commences par les métonymies.

GIANNI

Parce que la métonymie est processus mental plus simple que la métaphore.

Quand tu penses:

"L'Amérique ne veut pas un second Pearl-Harbour".

"On a besoin d'une meilleure tête à Washington".

"Washington négocie avec Moscou".

"Il faut oublier la Tour Eiffel"

Les idées "l'Amérique", "la tête", "Washington", "Moscou", et "la Tour Eiffel", représentent des "entités abstraites" autres que les "entités concrètes" qu'elles sont censées représenter dans des pensées comme:

"Je suis passé à Pearl-Harbour il y a vingt ans".

"Reagan était Président des USA".

"J'étais à Washington et à Moscou il y a cinquante ans".

"Je vois la Tour Eiffel"

Les vraies idées sont:

"L'Amérique ne veut plus d'une défaite majeure en cas de guerre".

"On a besoin d'un meilleur Président à Washington".

"Le Gouvernement américain est en train de négocier avec le Gouvernement russe".

"Il faut oublier la culture parisienne"

Cela suggère que dans une métonymie la pensée utilise des idées d'entités concrètes:

Pearl Harbour, tête, Washington et Moscou, Tour Eiffel

pour accéder à des idées d'autres entités, beaucoup plus abstraites:

défaite majeure, Président, Gouvernement et Culture

En d'autres mots, au lieu d'accéder directement à l'entité abstraite en question, la pensée utilise une autre entité concrète qui lui est directement liée.

En d'autres mots encore, elle utilise un accès mental facile à une entité par l'intermédiaire d'une autre entité d'accès mental difficile.

Les métonymies peuvent être réunies dans des groupes selon le type de relations qui lient les entités entre elles:

- Le producteur pour le produit:

"J'aime Apple".

- Le lieu pour l'événement:

"Watergate a changé leur politique".

- Le lieu pour l'institution:

"Wall Street est en panique".

- Le contrôleur pour le contrôlé:

"Nixon a bombardé Hanoi"

- L'outil pour l'utilisateur:

"Le saxo a la grippe ce soir".

- La partie pour le tout:

"On a besoin d'une bonne tête pour ce projet".

- Le tout pour la partie:

"L'Amérique est influente sur le marché".

- L'effet pour la cause:

"C'est un chemin tortueux".

- La destination pour le changement:

"Il a balancé la position".

- Le temps pour un objet"

"Le 18h30 vient de partir".

Si on reprend notre idée de projection, on peut à nouveau appeler l'entité à laquelle la pensée veut accéder

"l'entité abstraite", et,

l'entité qui lui permet d'y accéder

"l'entité concrète".

Pour accéder à l'entité abstraite la pensée pointe sur l'entité concrète et utilise le lien qui la lie à l'entité de abstraite.

JEAN

Qu'est ce qui caractérise les métonymies?

GIANNI

"la complexité".

L'idée abstraite et l'idée concrète sont généralement très simples et se résument souvent à une seule entité, sans considération d'interactions entre des entités, contrairement aux métaphores.

Ainsi,

- le producteur est conceptuellement proche du produit,
- le lieu où une entreprise est installée est conceptuellement directement lié à l'entreprise elle-même, puisque en général les entreprises ont un siège,
- Les têtes sont conceptuellement directement liées au reste du corps d'un individu.

Ainsi le producteur es directement lié au produit. Les deux forment un tout cohérent de notre expérience du monde car les deux idées apparaissent souvent simultanément dans la vie et forment ainsi un lien très fort dans la pensée.

Puisqu'elles sont fortement liées par l'expérience, l'une des idées peut fournir un accès à une autre idée quand il s'agit de penser à une entité particulière de l'expérience du monde.

Les métaphores

La classification des métaphores

Plusieurs classifications des métaphores sont possibles selon différents critères:

Selon leur complexité

La vie est un voyage

Bon est haut, bas est mauvais

Selon leur nature

La pensée est un ordinateur

La pensée est un réservoir

Selon leur conventionnalité

La vie est un voyage

La vie est une boîte de chocolats

Selon leur généralité

La pulsion est une force

La rage est une bouilloire

Selon leur enracinement

La vie est une pièce de théâtre

La rage est la chaleur

Selon leur niveau d'abstraction

Une théorie est une construction

Plus est haut

La création de métaphores

JEAN

On peut créer des métaphores?

GIANNI

Evidemment.

Et c'est même l'art ultime de la science.

JEAN

Vraiment?

GIANNI

Tu jugeras par toi-même puisque c'est toi seul, l'expert en marché financiers, qui peut en créer de bonnes pour comprendre les marchés financiers.

La première combine consiste à partir des interactions possibles entre les entités.

Dans le domaine de la technique on utilise le mot

"énergie"

pour parler d'interactions physiques.

Comme on s'intéresse à la vie des marchés financiers, je suggère d'utiliser tout simplement le mot de

"vie"

à la place d'énergie,

sachant que les deux idées sont absolument identiques.

Les techniciens utilisent aussi le terme de

"puissance"

pour parler du

"flot d'énergie par unité de temps".

On peut utiliser le terme

"vitalité"

quand il s'agit de comprendre l'intensité d'une interaction, sachant que pour nous le terme de *"vitalité"*

signifie:

"flot de vie par unité de temps".

JEAN

D'accord.

GIANNI

La seconde combine consiste à te placer au bon niveau de compréhension.

JEAN

Le bon niveau de compréhension de la vie du marché, donc.

GIANNI

Exactement.

On peut distinguer trois grands types d'interactions entre les entités, qui se font à travers les contacts possibles entre les dites entités:

- le premier type d'interaction est acasual:

souvent, mais pas toujours, il existe entre deux entités une interaction que tu peux imaginer comme un transfert de quelque-chose, des fonds ou des capitaux, dans ton cas, un transfert qui peut aller dans les deux sens, mais dont tu ne connais pas à priori le sens.

Pour comprendre de tels transferts il trouver la bonne combinaison de:

- une différence de potentiel entre deux positions du marché, en termes de profit ou de bénéfice, par exemple, et,

- le quelque-chose qui est transféré entre ces deux positions.

Les deux, différence de potentiel et intensité du transfert, étant variables dans le temps, évidemment.

C'est l'ensemble de ces deux idées réunies en une seule qui permet de représenter la vitalité de l'interaction entre deux entités, qui caractérise

"la nature de l'interaction entre deux entités".

La combinaison de ces deux idées doit être naturelle et pratique pour toi-même, l'expert.

Une telle représentation est acausale puisque tu ne sais pas si c'est la différence de potentiel qui va causer un transfert ou si c'est un transfert qui va causer une différence de potentiel.

On peut schématiser un contact acausal de la manière suivante:

contact
proportionnelle différence de potentiel (variation du profit potentiel dans le temps, par exemple);
proportionnelle flot de vie (capitaux transférés par unité de temps, par exemple);
fin contact;

- Le second type d'interaction est causal:

si tu connais clairement la causalité d'une interaction entre les entités, si tu connais clairement le sens du transfert, alors tu dois imaginer ce dernier comme la sortie d'une entité et l'entrée dans une autre, sans retour: tu sais d'où ça sort et tu sais où ça entre, toujours dans le même sens.

Les contacts causaux sont beaucoup plus simples et on peut schématiser de la manière suivante:

contact EntréeDansEntité = **input proportionnelle**;
contact SortieDeEntité = **output proportionnelle**;

- le troisième type consiste en interactions complexes:

ce troisième type regroupe des interactions des deux types précédents, mais conçues dans une interaction composite unique.

Tu peux même emboîter encore des interactions de ce troisième type pour en faire de plus en plus complexes.

Quand toutes les interactions possibles entre deux entités ont été imaginés selon les trois principes ci-dessus, la conception de l'entité elle-même découle des contraintes impliquées par les contacts qui assurent l'interaction entre les entités.

Les contacts vitaux

L'idée la plus abstraite d'interaction consiste à se fonder sur une espèce de

"vie du marché"

échangée entre les entités à travers des contacts.

Toutes les entités contactant un point de potentiel donné ressentent par définition le même potentiel.

Si des flots de vie convergent en une position du marché, sans qu'il n'y ait accumulation de vie en cette position, la somme de tous les flots de vie entrant et sortant de cette position doit être nulle.

C'est l'explication de la somme à zéro des flots de vie aux positions de contact, autrement dit c'est le principe de conservation de la vie sur le marché.

JEAN

Et la vitalité?

GIANNI

Comme tu peux le constater, on n'a que deux idées à disposition pour le moment:

"la différence de potentiel", et,

"le flôt de vie".

On peut donc définir *"la vitalité"* d'une interaction comme:

le produit de *"la différence de potentiel"* par *"le flot de vie"*.

La vie est toujours transportée par quelque-chose, utilise toujours

"un transporteur"

La vie physique utilise comme transporteurs:

- les particules chargées pour l'électricité,
- les forces pour la matière.

La vie psychique utilise comme transporteurs:

- les fleurs pour les hommes ;
- les gâteaux pour les femmes.

La vie financière utilise comme transporteurs:

- les virements pour l'argent;
- la bourse pour les valeurs.

Pour faire une bonne métaphore tu dois donc choisir:

- la bonne différence de potentiel;
- le bon flût de ce qui est transféré, et,
- le bon transporteur.

Les métaphysiques

La métaphore énergétique

"Cela suggère que l'interaction entre les stratégies des deux marchés est dynamique et n'atteindra jamais un équilibre stable".

"Ils ont beaucoup moins investi en temps et en énergie".

La métaphore mécanique

La métaphore linéique

Le marché financier peut être représenté linéiquement.

" La plupart du temps ils sont forcés à transiger".

"Ils ont été forcés de sortir de l'alliance et de devenir indépendants".

"Ils sont allés jusqu'au bout".

Cette métaphore considère que ce sont des "forces" qui font bouger les investisseurs sur le marché, que ce sont des "forces" qui les influencent, les convainquent de changer de position, les persuadent de changer.

Soumis à une force particulière, attraction ou répulsion, les investisseurs se déplacent en ligne droite d'une position à une autre sur le marché dans la même direction que cette force.

Une force qui traverse l'investisseur induit donc en lui une accélération linéaire dont le résultat est un changement de position en ligne droite sur le marché.

L'accélération totale de l'investisseur est égale à la somme des forces qui le traversent divisée par son inertie linéaire.

Plus l'inertie linéaire de l'investisseur est grande et moins son accélération dans la direction de la force sera importante.

Une fois qu'il a acquis une certaine vitesse, depuis une position de départ où il était supposé à l'arrêt par exemple, on peut appeler le produit de son inertie fois sa vitesse sa vitalité linéaire, qui n'est rien d'autre que l'impulsion linéaire de la mécanique linéaire.

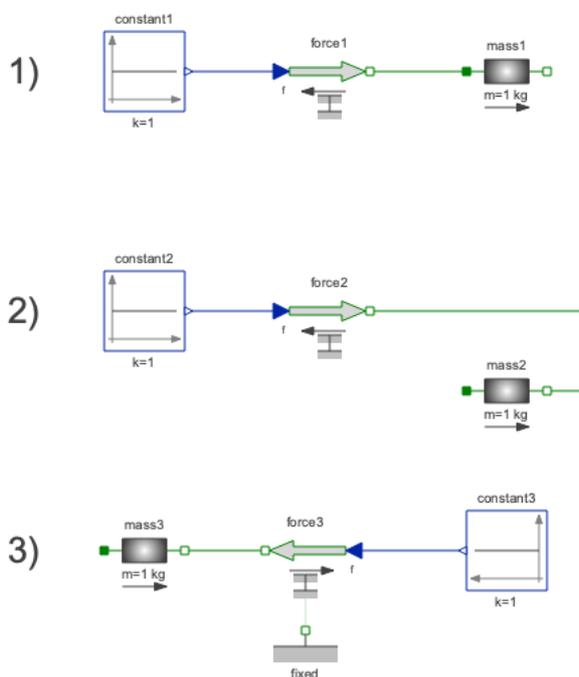
A l'arrêt, la vitalité linéaire de l'investisseur est donc nulle.

A l'équilibre, quand l'investisseur est immobile, son accélération linéaire est nulle et la somme des forces qui le traversent est également nulle.

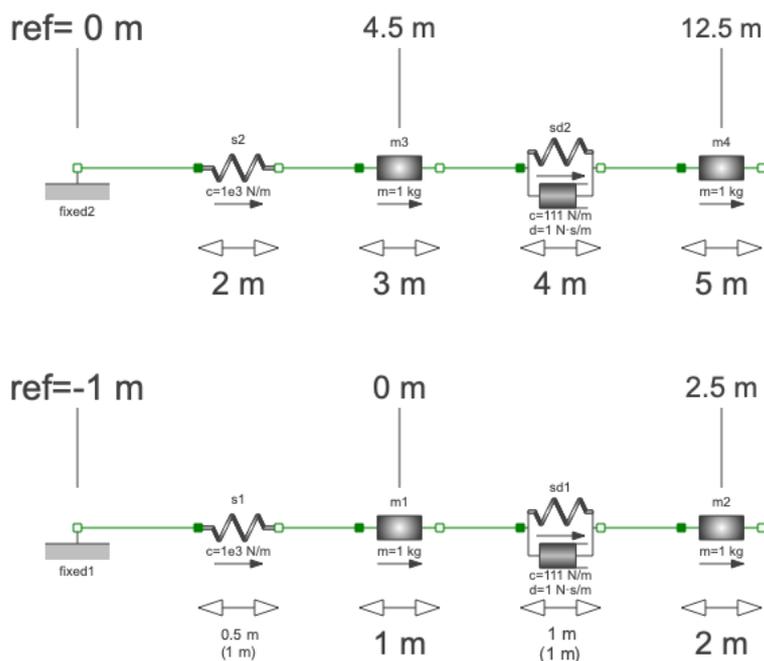
Si l'investisseur, outre son inertie linéaire, résiste au changement suggéré par les forces du marché, en "*trainant les pieds*" par exemple, on peut dire qu'il essaye de freiner le mouvement, d'amortir les forces qui l'influencent.

Si en outre il a tendance à revenir à sa position d'équilibre de départ quand les forces ont cessé, on peut dire qu'il existe en lui une certaine élasticité linéaire qui s'oppose au changement suggéré par les forces du marché, le poussant sans cesse à revenir à sa position d'équilibre sans aucune tension interne.

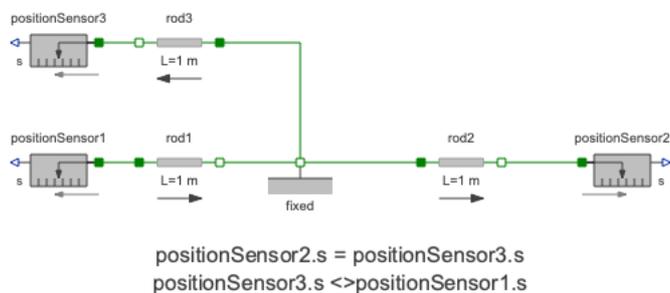
Les trois idées d'inertie linéaire, d'amortissement linéaire et d'élasticité linéaire permettent de décrire l'entier du comportement d'un investisseur sur le marché quand il s'agit de comprendre le dit comportement comme un déplacement en ligne droite d'une position à une autre.



Convention de signe

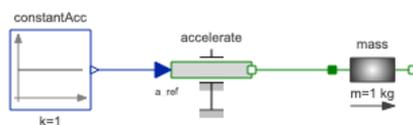


Conditions initiales

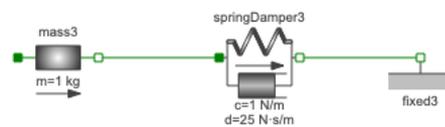
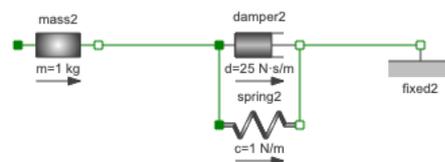
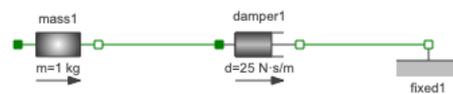


Both systems are equivalent

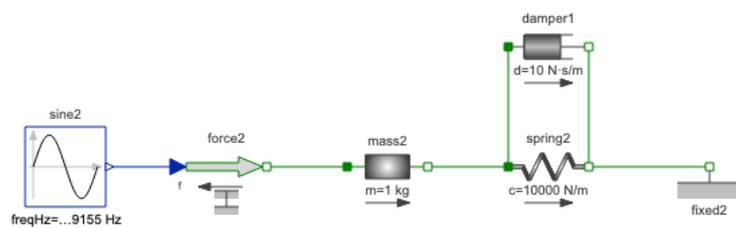
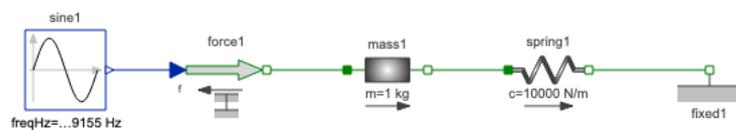
Signification des flèches



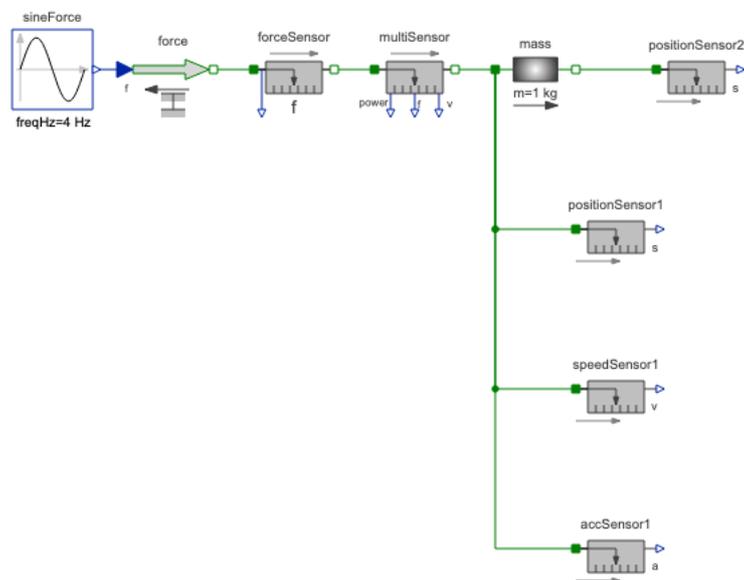
Accélération



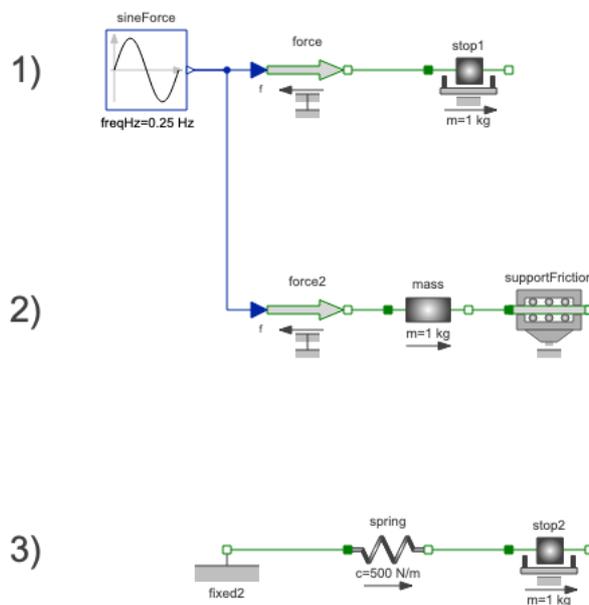
Amortisseur



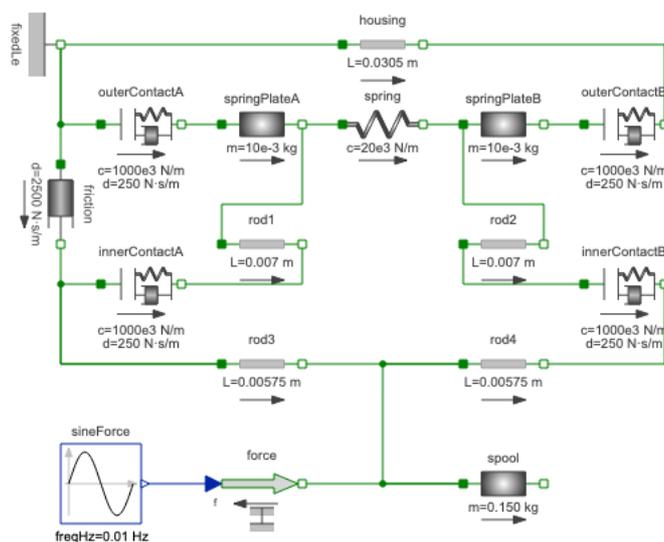
Oscillateur



Capteurs

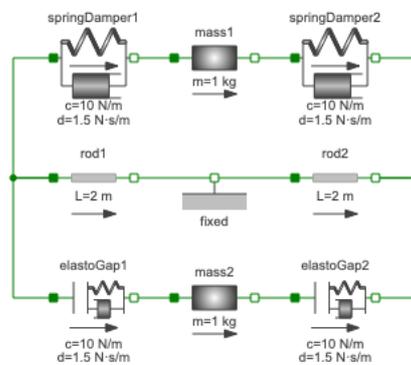


Frottements

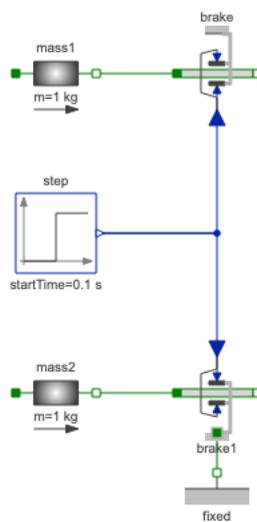


Simulate for 100 s
 plot spool.s as a function of force.f
 positive force => spool moves in positive direction

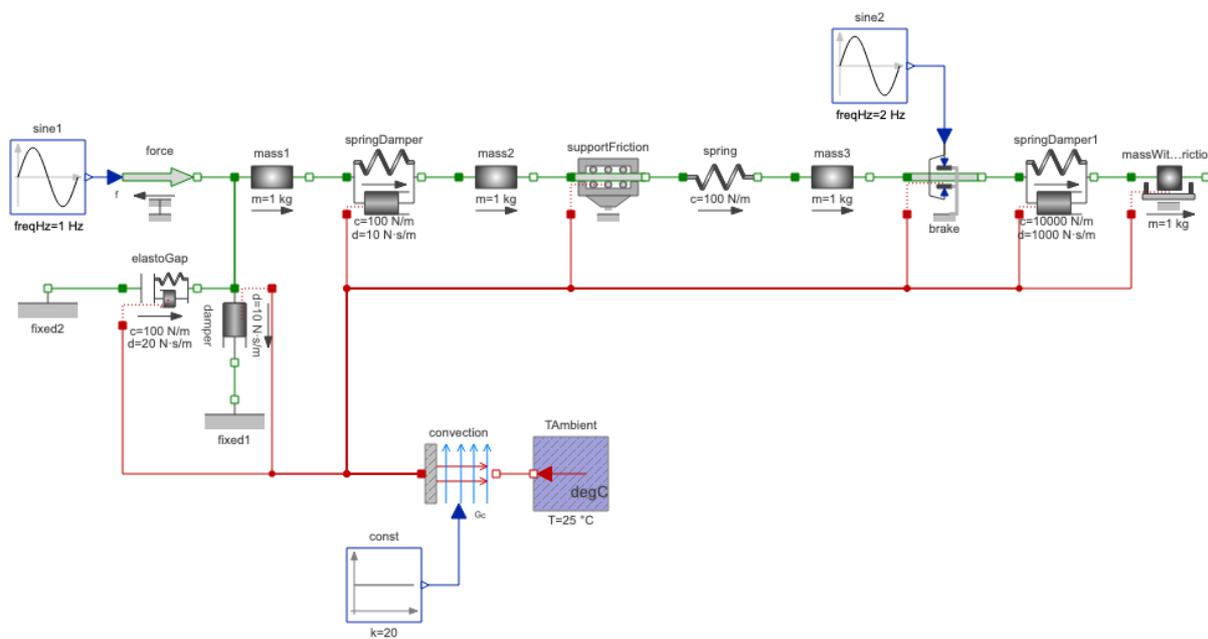
Pré-charge



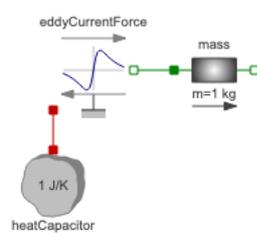
Elasto gap



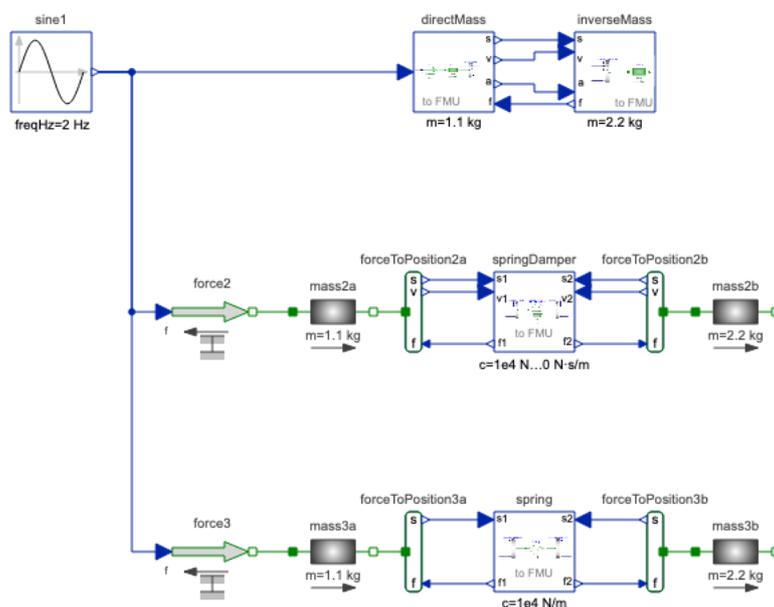
Freins



Pertes de chaleur



Frein à courant



Bloc fonctionnel

La métaphore cyclique

Le marché financier peut être représenté cycliquement.

"Ils ont pris un virage à 180 degrés".

Les rotations sont un second type de comportements des investisseurs sur le marché, qui complètent les translations en ligne droite.

A elles deux, translations et rotations permettent de comprendre l'entier du comportement des investisseurs sur le marché en terme de forces et de torsions.

Les rotations servent aux investisseurs se trouvant en une certaine position à changer d'orientation sur le marché.

Cette fois ci ce sont des couples, et non plus des forces comme dans le cas linéaire, qui proviennent du marché et traversent les investisseurs en induisant leurs changements d'orientation, leurs retournements.

Les couple ne sont donc rien d'autre qu'un second type d'influence du marché sur les investisseurs, qui complète les forces.

Soumis à des couples, les investisseurs se tournent vers d'autres positions du marché.

Les couples induisent une accélération giratoire dont le résultat est un changement d'orientation sur le marché.

L'accélération giratoire totale de l'investisseur est égale à la somme des couples qui le traversent divisée par son inertie giratoire. Plus son inertie giratoire est grande et moins son accélération dans le sens du couple sera importante.

Une fois qu'il a acquis une certaine vitesse de rotation depuis son orientation de départ à l'arrêt, on peut appeler le produit de son inertie giratoire fois sa vitesse de rotation sa vitalité giratoire.

A l'arrêt, la vitalité giratoire de l'investisseur est nulle.

A l'équilibre, quand l'investisseur est immobile, son accélération giratoire est nulle et la somme des torsions qui le traversent est également nulle.

Si l'investisseur, outre son inertie giratoire, résiste au changement suggéré par les torsions du marché en persistant dans son orientation actuelle, on peut dire qu'il existe en lui un certain amortissement des couples qui le traversent.

Si en outre il a tendance à revenir à son orientation d'équilibre de départ, on peut dire qu'il existe en lui une élasticité giratoire qui s'oppose au changement suggéré par les couples du marché.

Les trois idées d'inertie giratoire, d'amortissement giratoire et d'élasticité giratoire permettent de décrire l'entier du comportement de réorientation d'un investisseur sur le marché, quand il s'agit de comprendre ses retournements sur le marché.

La taille des investisseurs

La conception des investisseurs comme une simple position sur le marché ne suffit pas toujours.

On peut aussi considérer qu'ils ont une extension auquel cas ils peuvent être conçus comme un très grand nombre de positions toutes reliées par des translation et des rotations relatives fixées.

On peut alors parler d'investisseur rigide et non plus ponctuel.

Dans un référentiel de marché constitué de trois références, actions, obligations et immobilier, par exemple, l'investisseur est alors caractérisé par trois valeurs de translation et trois valeurs de rotation.

L'origine du référentiel particulier de l'investisseur, qui permet en tout instant de le comparer au référentiel du marché, est attachée à une position quelconque de l'investisseur.

Les contraintes

A part les influences, il existe aussi des contraintes sur les marchés boursiers, que l'on peut appeler articulations.

La pensée doit commencer par représenter les entités de base dont elle a besoin, à savoir une inertie, une élasticité, une dissipation et une fondation.

On recommence la démarche longue et ensuite on factorise le code pour qu'il ne soit pas dupliqué dans les entités.

L'entité conservée qu'il faut suivre dans un modèle mécanique est l'intorsion.

Ce qui rend l'intorsion différente des entités conservées thermiques et électriques est qu'elle est orientée.

Comme on va analyser uniquement le cas monodimensionnel ici, la conséquence en est que l'intorsion est une quantité signée, peut être positive ou négative.

Une valeur positive de la vitesse de rotation va donner un accroissement de l'orientation dans le temps.

Comme avec la rotation, une valeur positive de l'accélération va donner un accroissement de l'accélération de la rotercie.

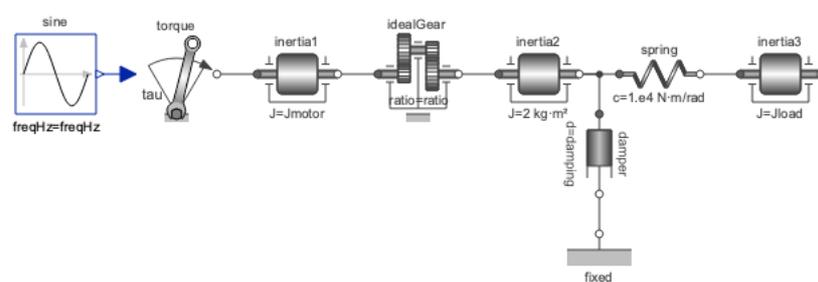
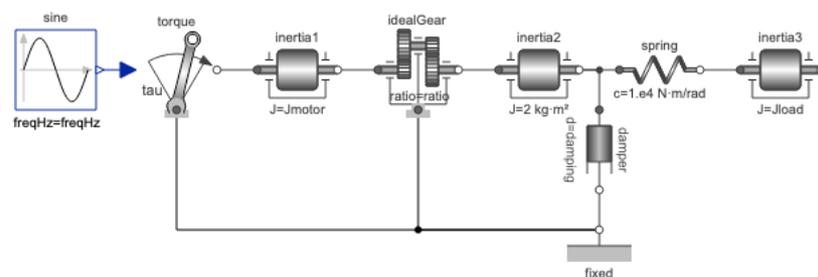
Finalement, l'intorsion de cette rotterie est égale au produit de la rotterie fois l'accélération.

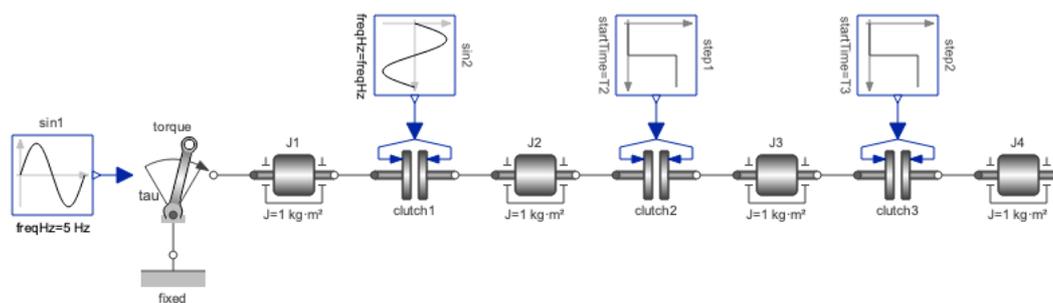
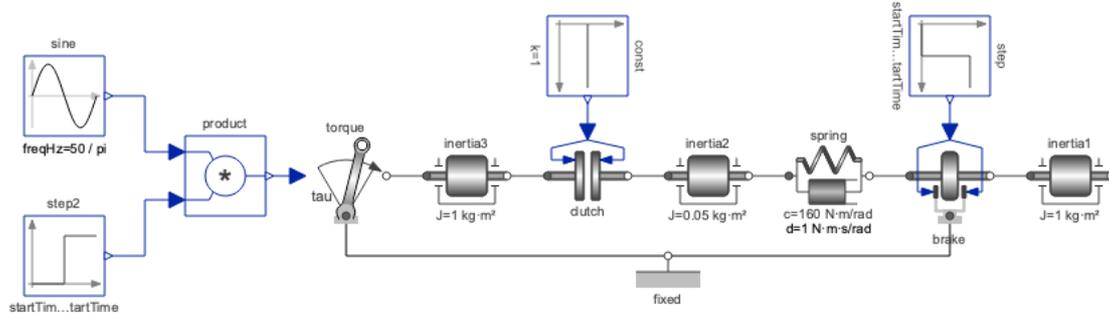
Il est clair que la valeur positive de la torsion va augmenter la quantité d'intorsion stockée dans la masse.

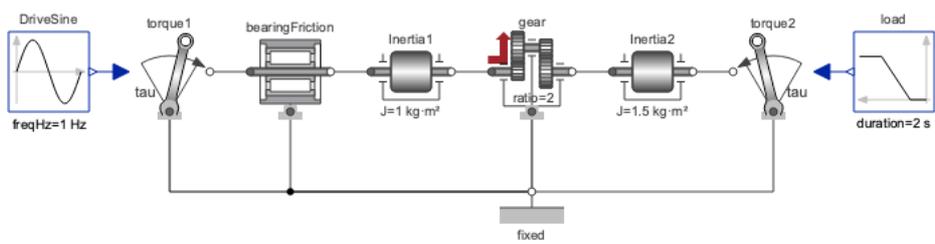
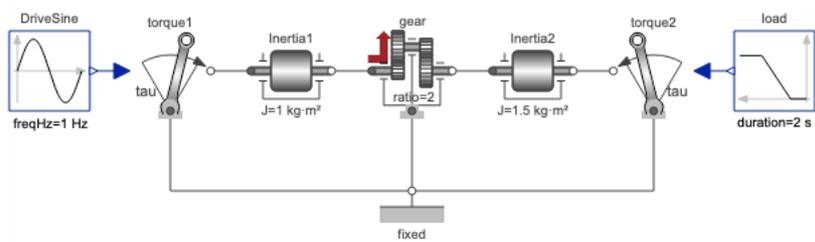
Le point de présenter tout ça est de souligner la convention de signe.

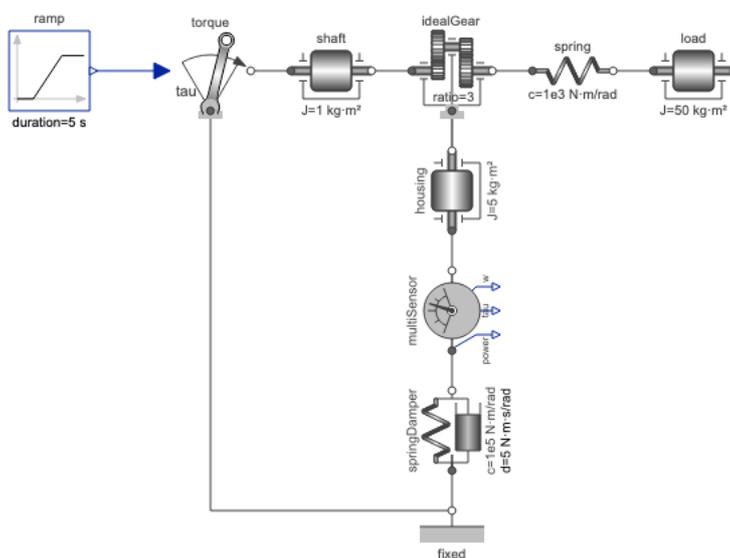
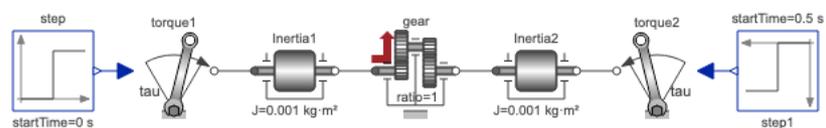
Toutes les entités sont liées à la définition fondamentale de la position angulaire positive.

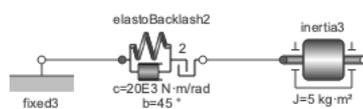
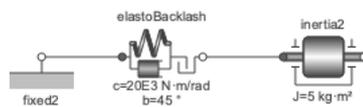
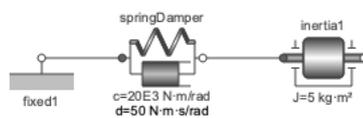
Quelle que soit la direction qui cause une augmentation dans la même direction qui correspond à une vitesse positive, une accélération positive et une torsion positive.

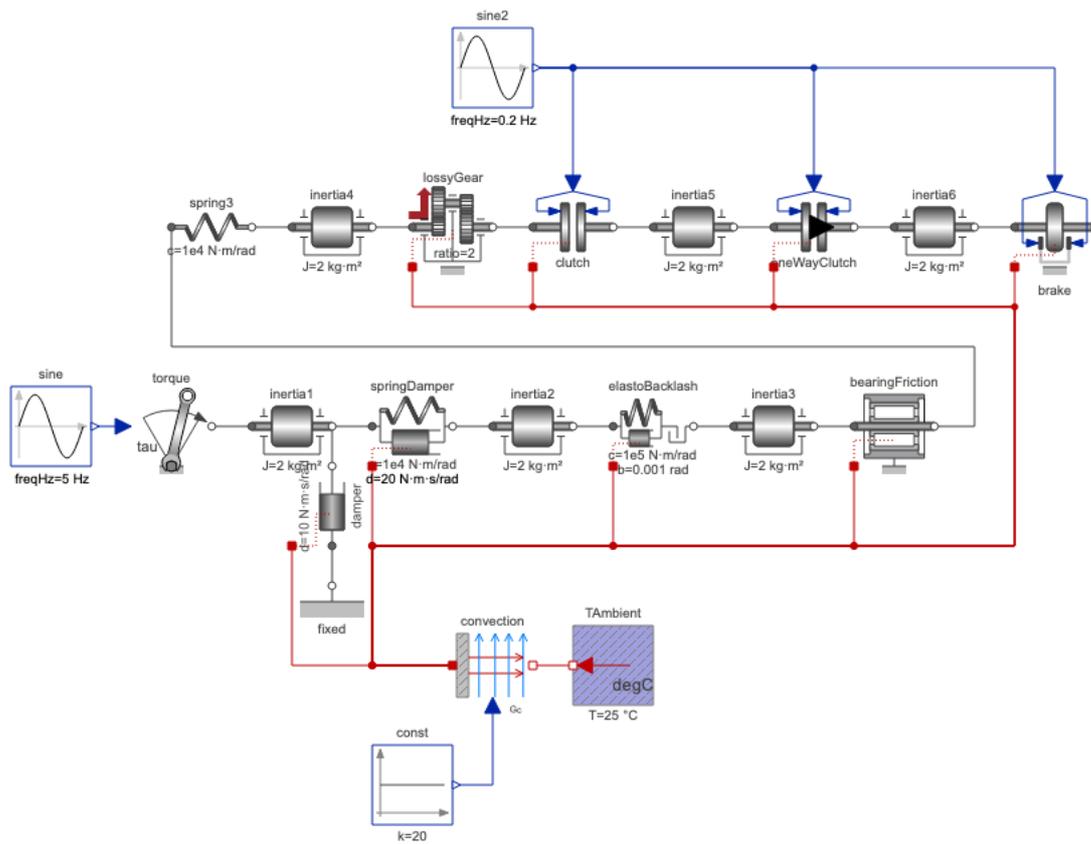


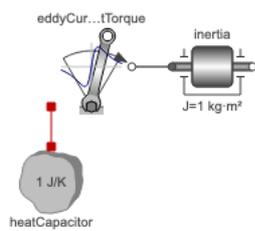
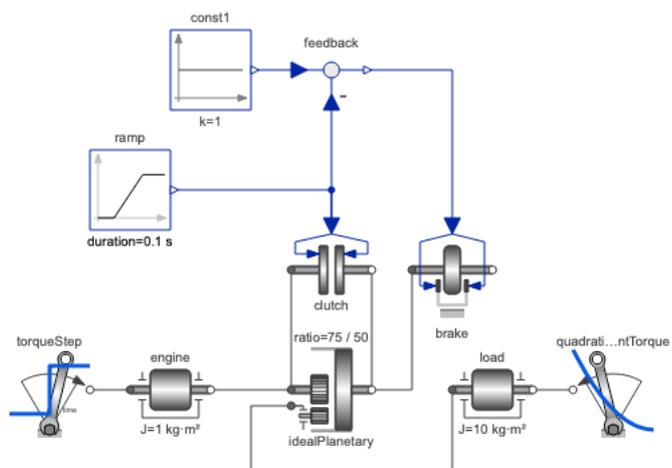


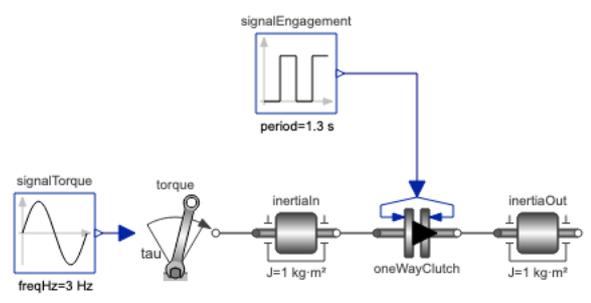
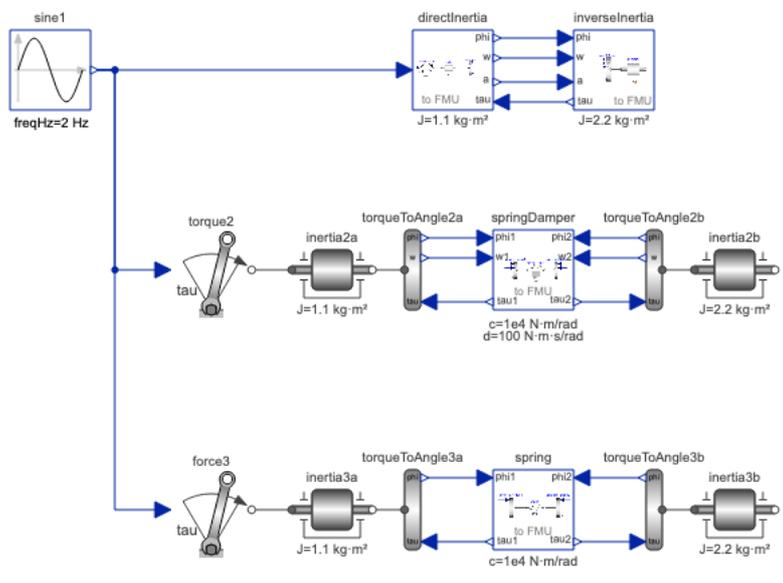


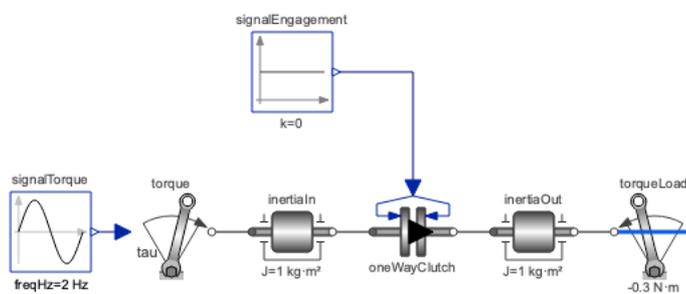








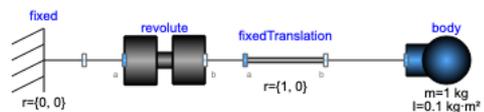
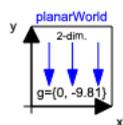
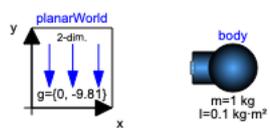


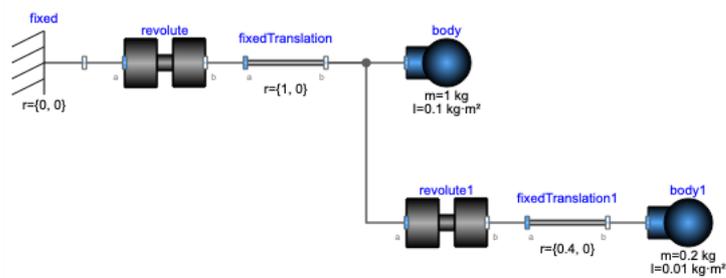
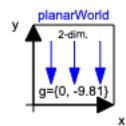
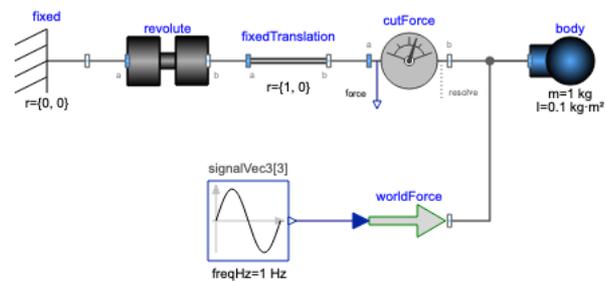
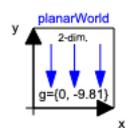


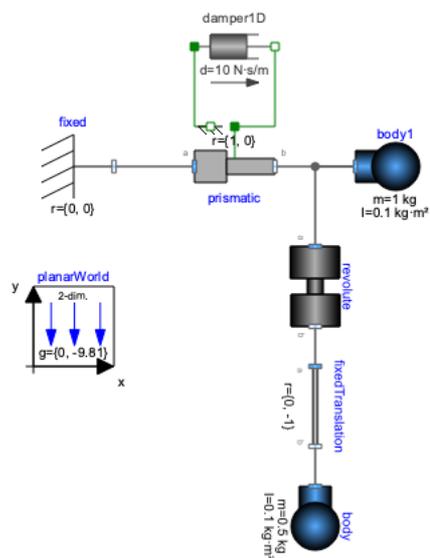
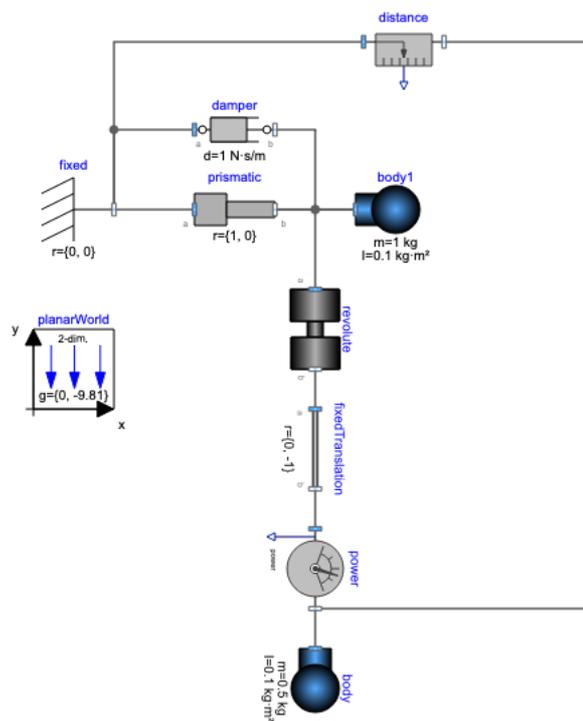
La métaphore surfacique

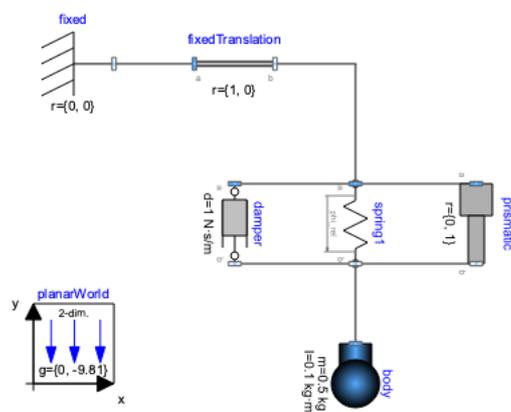
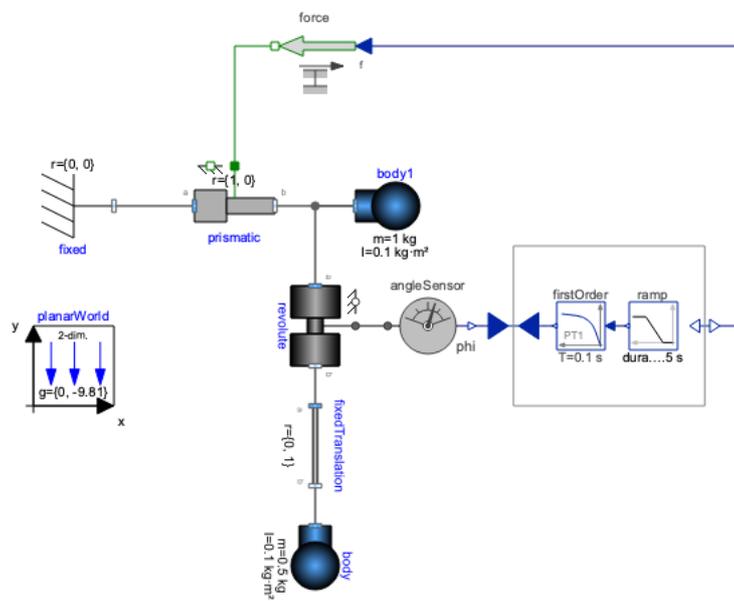
Le marché peut être représenté surfaciquement.

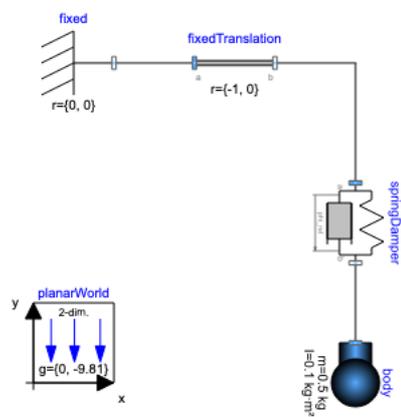
"Ils ont eu un comportement élliptique".

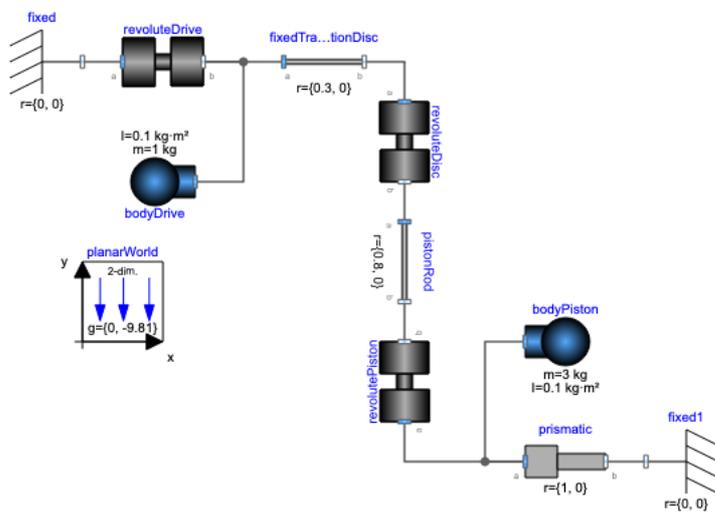
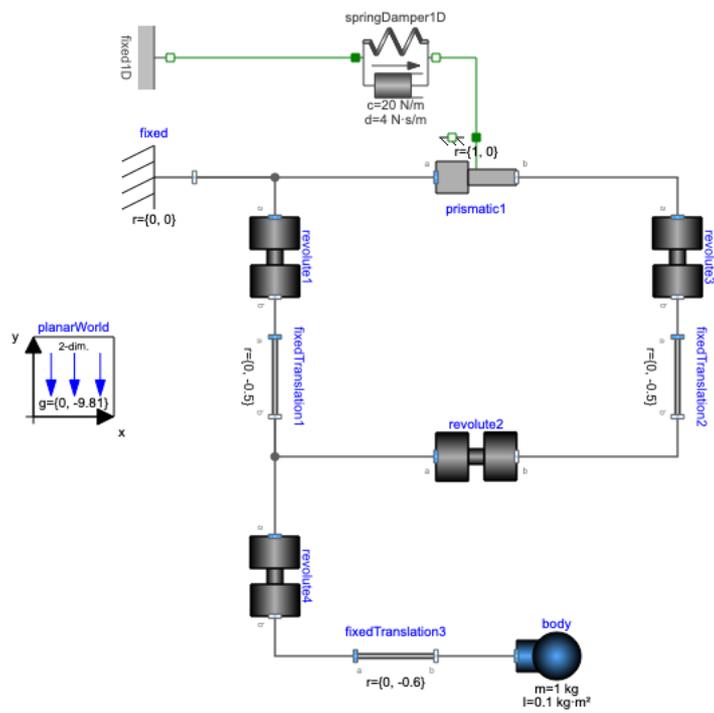


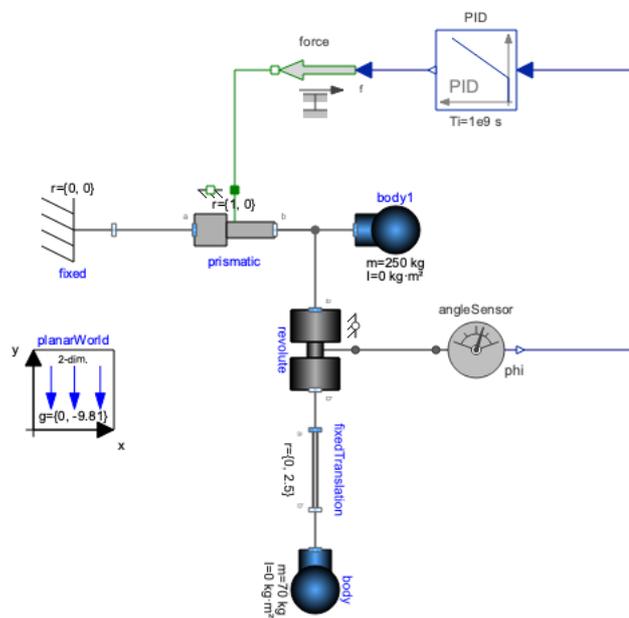


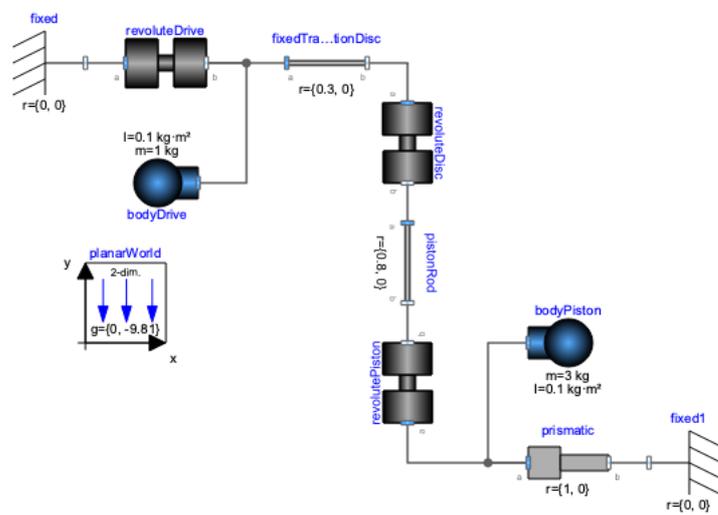


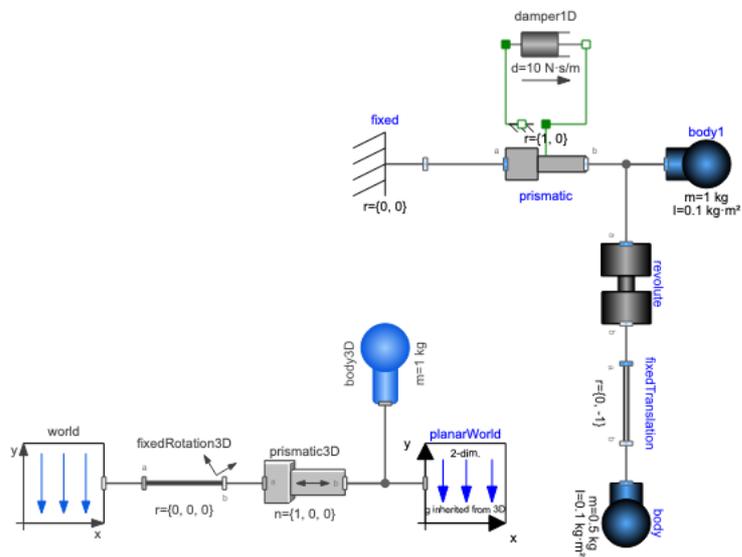
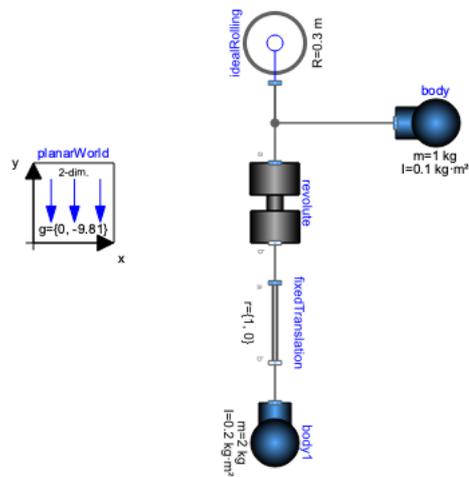








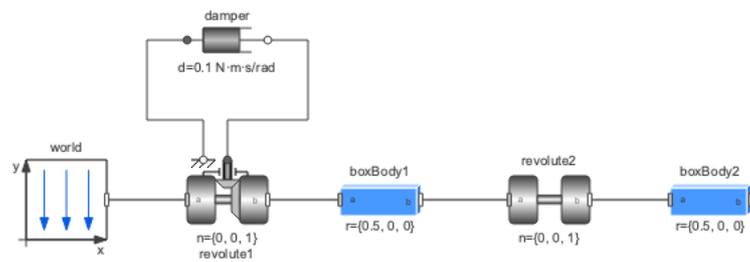


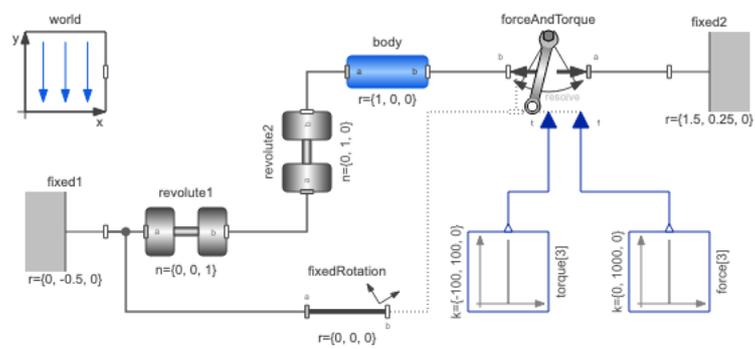
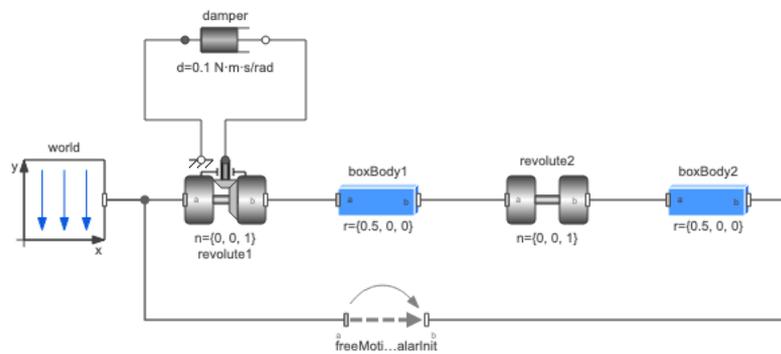


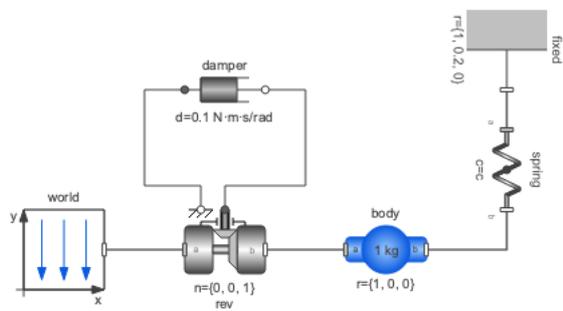
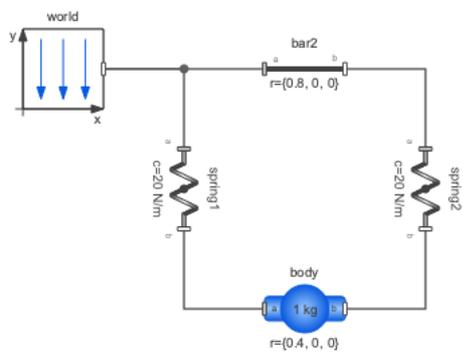
La métaphore volumique

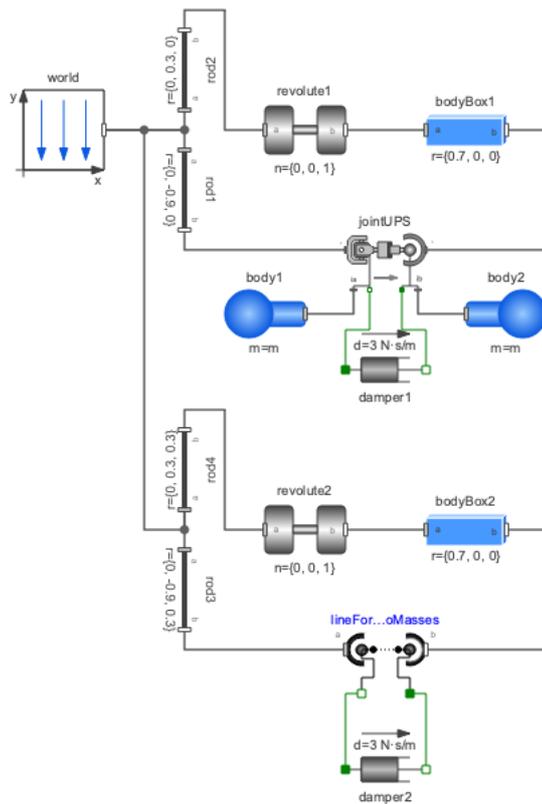
Le marché financier peut être conçu volumiquement.

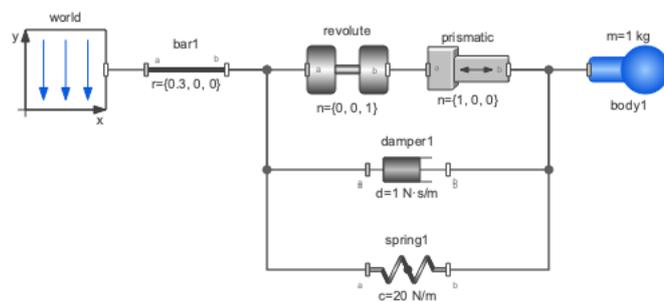
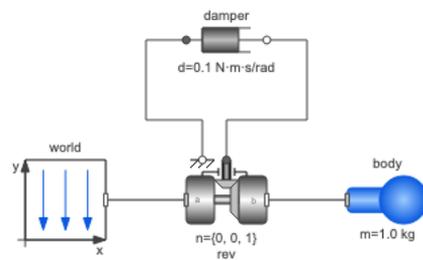
*"Leur système leur permettait d'atteindre tous **les recoins** du marché"*

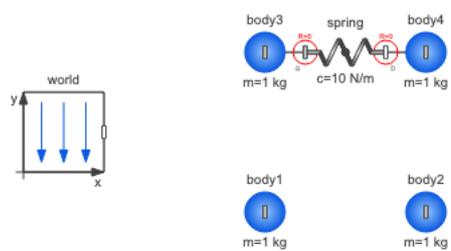
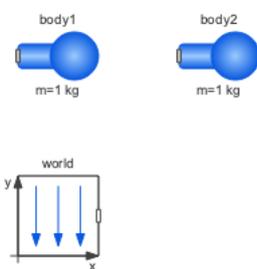


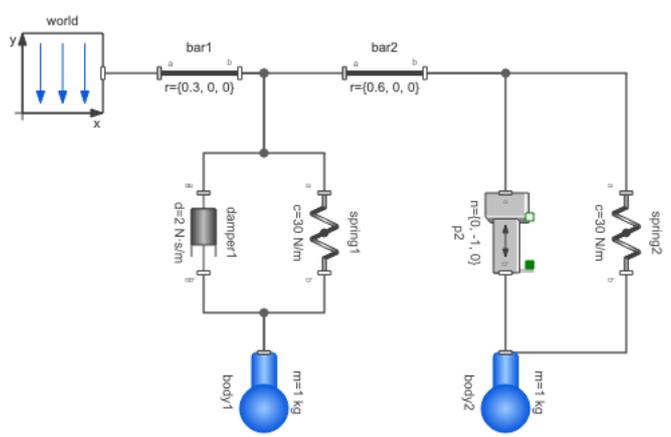
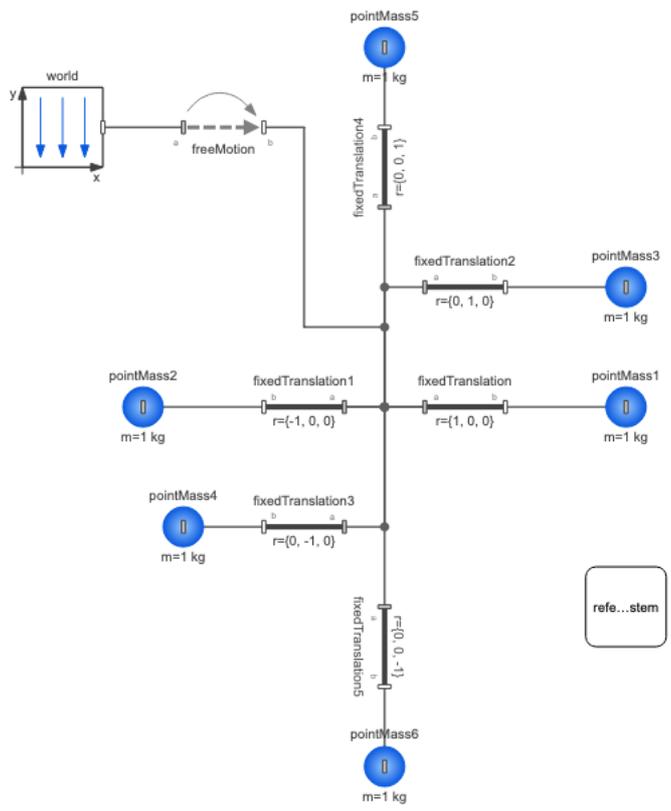


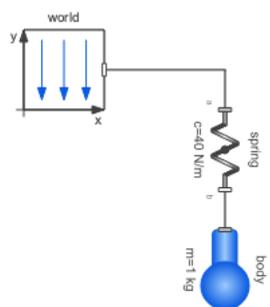
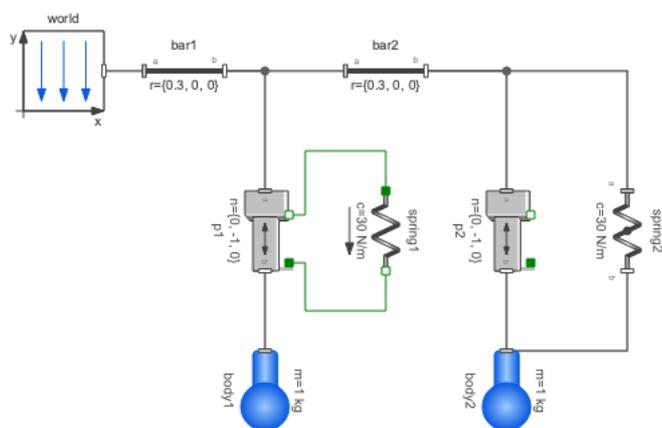


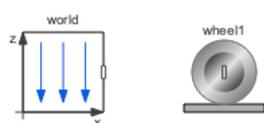
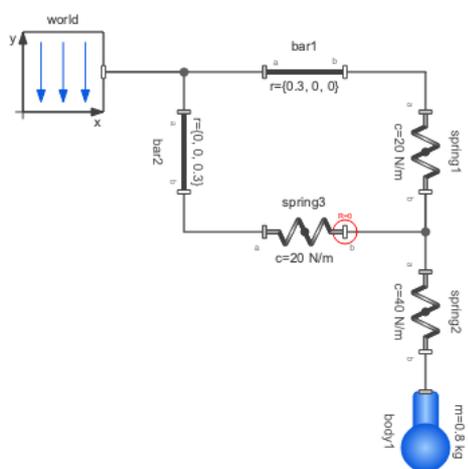


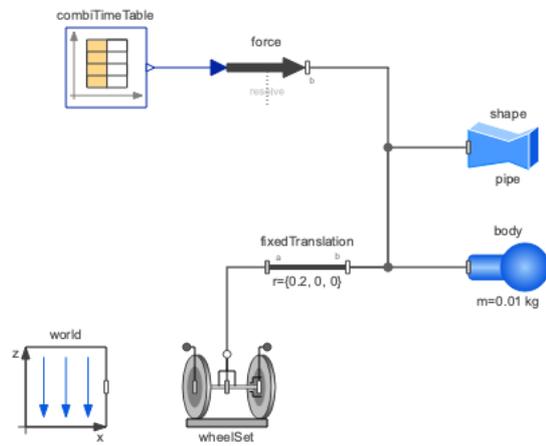
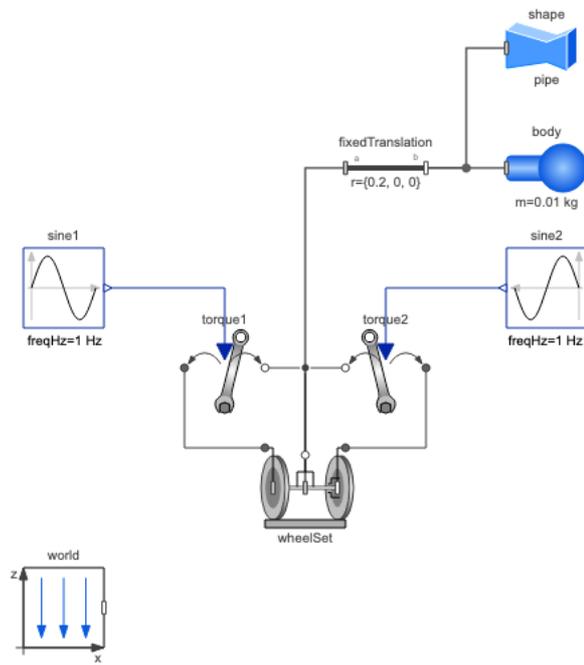


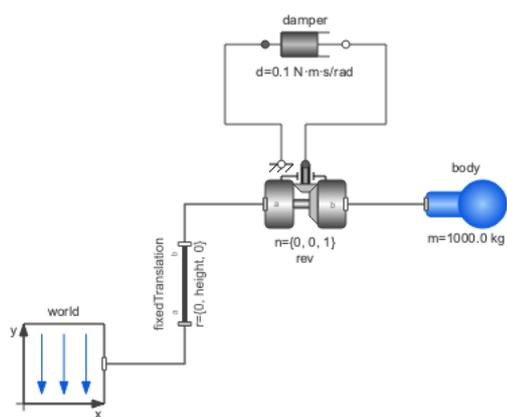
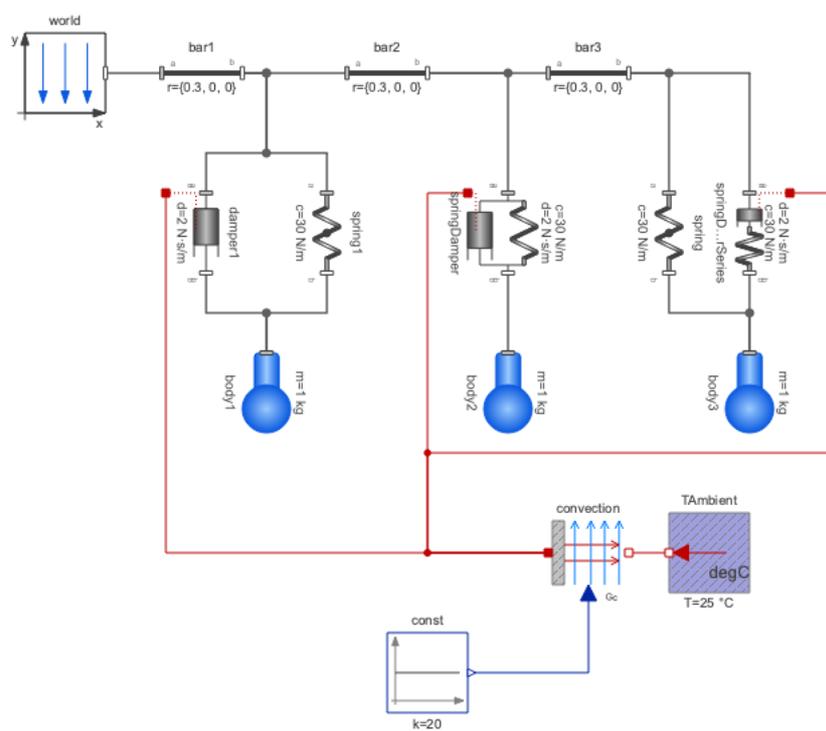


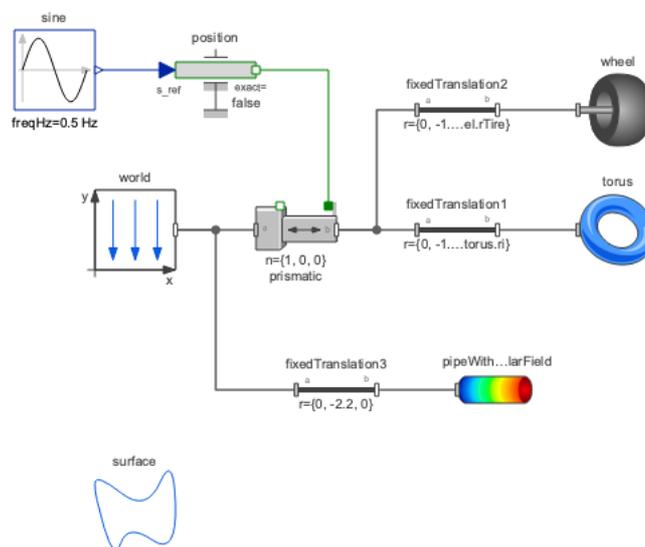












La métaphore électrique

Les circuits financiers peuvent être conçus électriquement.

"Ce fut comme un coup de foudre sur le marché".

La vitesse de l'électricité

GIANNI

Lorsqu'on ouvre un robinet au bout d'un tuyau d'arrosage plein d'eau, l'eau sort presque instantanément à l'autre bout du tuyau, même s'il est très long.

L'eau qui sort est celle qui était en attente juste avant le bout du tuyau, pas celle qui sort du robinet qui arrivera bien plus tard.

C'est une onde de pression qui met l'eau en mouvement dans le tuyau.

Une vague dans la mer se propage malgré que les particules d'eau se déplacent verticalement et très peu horizontalement: on a une oscillation verticale mais pratiquement pas de mouvement horizontal.

La vitesse de l'électricité, proche de la vitesse de la lumière, correspond à la vitesse de mise en marche des électrons ou porteurs de charge le long d'un fil. La vitesse de déplacement des électrons est très faible et pratiquement nulle pour un courant alternatif.

La vitesse à laquelle se déplace le signal électrique, l'onde électrique, et donc l'énergie, correspond à la vitesse de propagation d'une onde électromagnétique et non pas au déplacement des charges électriques et à la perméabilité ou constante magnétique du matériau.

Dans le vide, cette onde se propage à la vitesse de la lumière 300'000 km/s.

Dans l'eau salée, environ 250'000 km/s.

Dans le cuivre, environ 200'000 km/s.

Dans un circuit électrique soumis à une tension électrique, à une différence de potentiel, comme une pile électrique, par exemple, les électrons sont consommés à la cathode positive où se produit une réaction de réduction et produits par l'anode négative où se produit une réaction d'oxydation qui fournit les électrons.

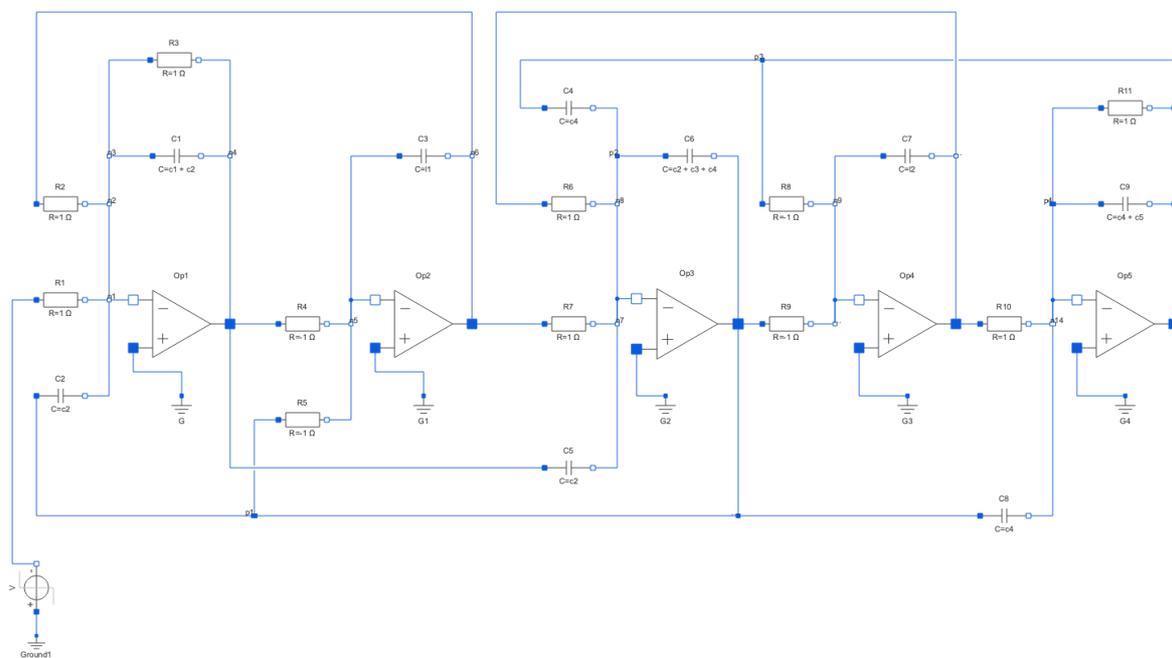
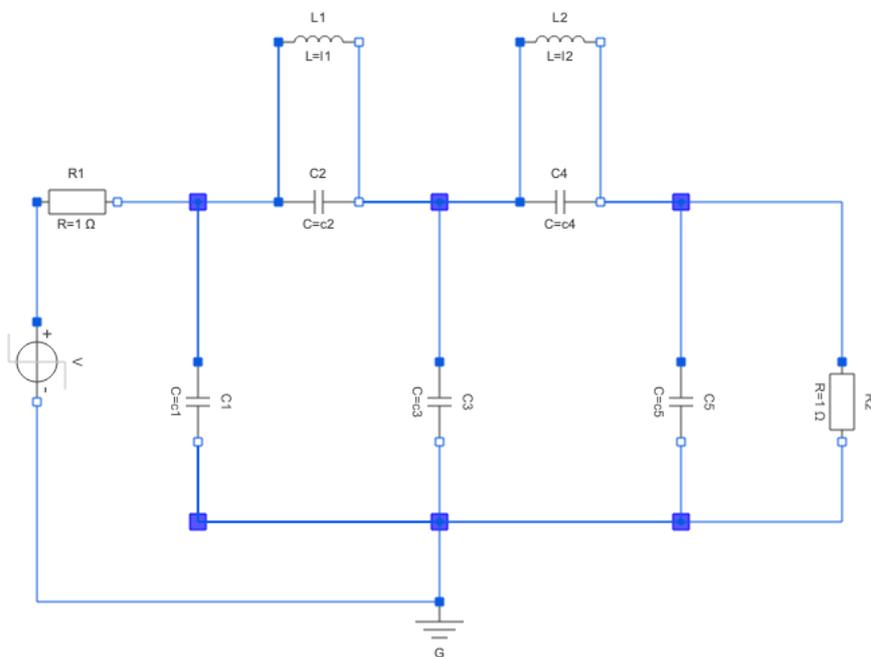
La vitesse exacte dépend des caractéristiques géométriques et physiques du circuit.

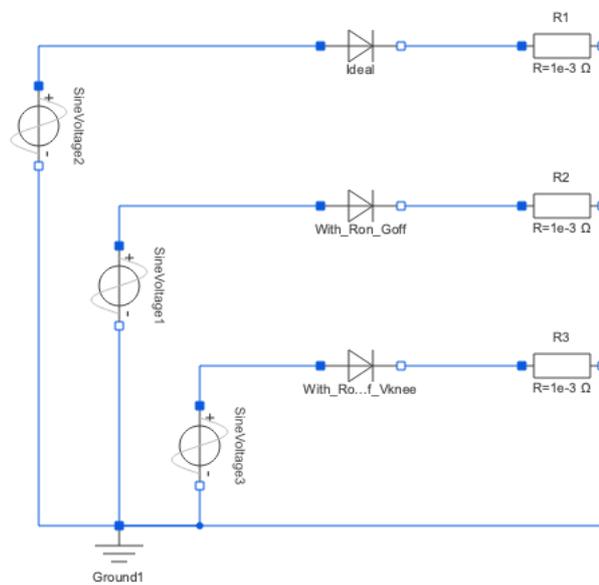
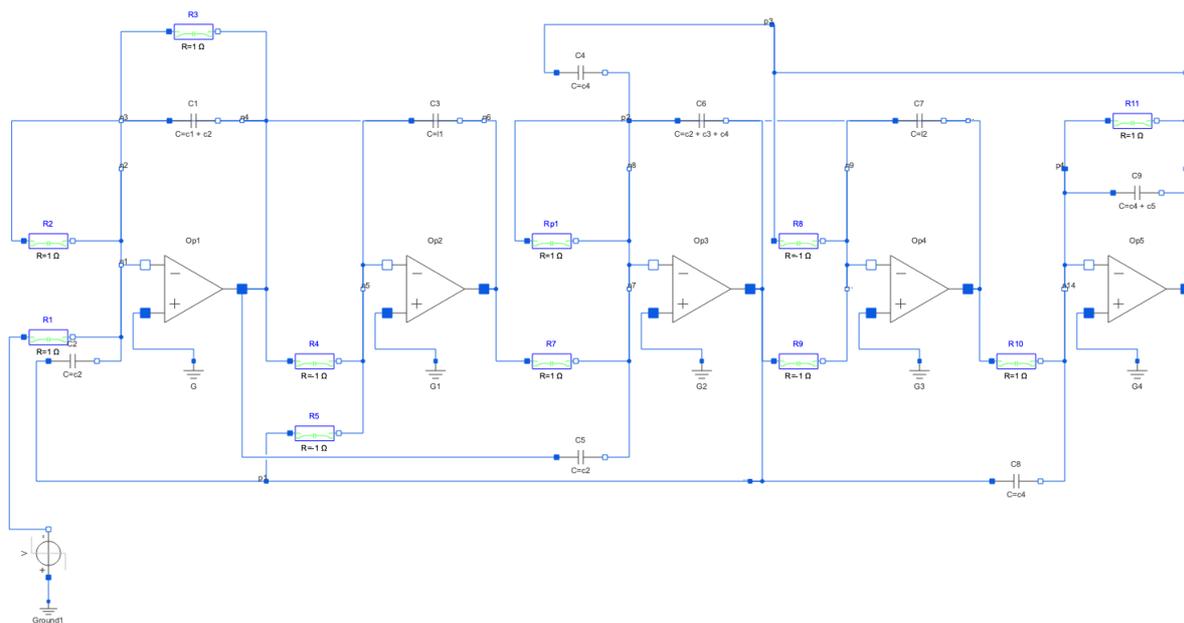
La vitesse des charges

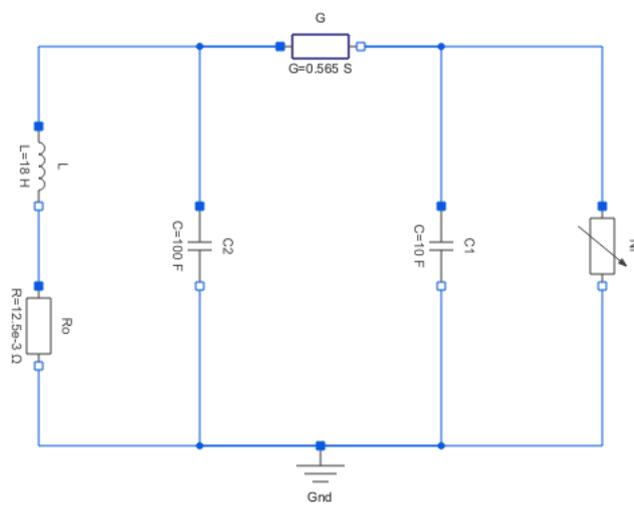
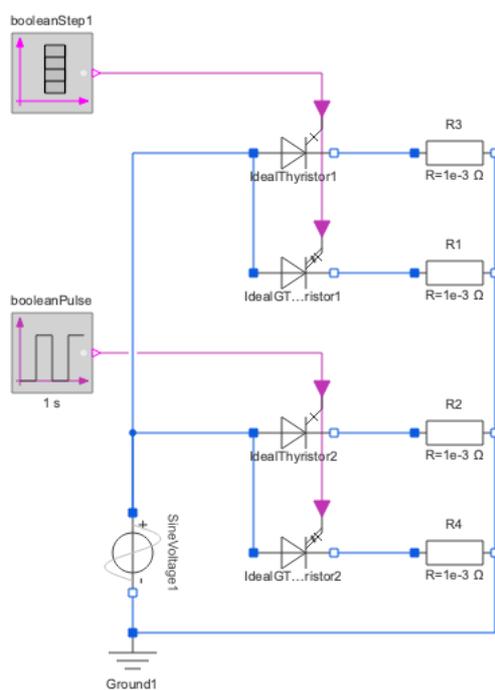
La vitesse des charges est beaucoup plus lente que la vitesse de l'électricité, quelques centimètres par heure dans un fil de cuivre.

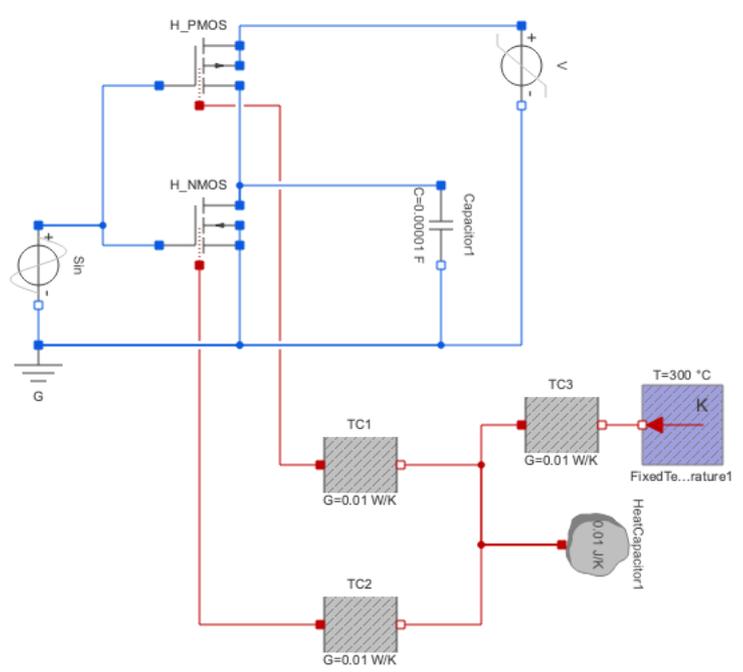
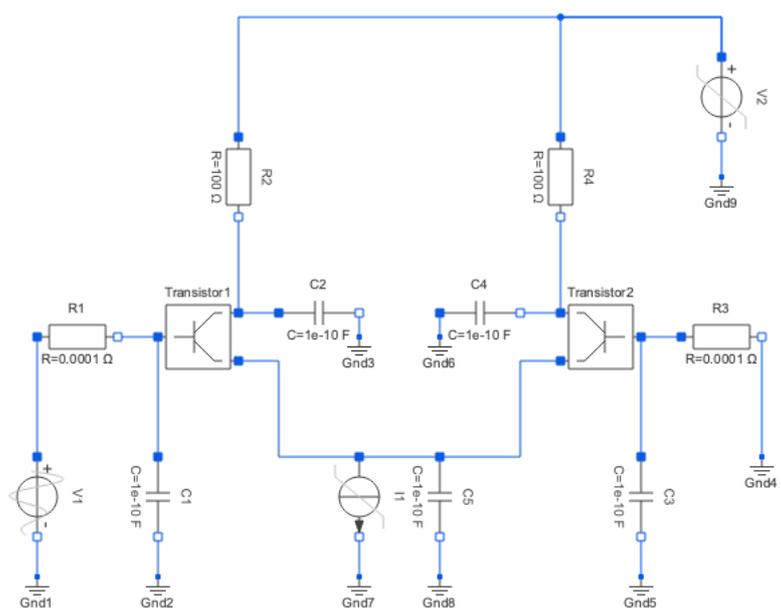
Contrairement à la vitesse de l'information, elle varie avec l'intensité du courant dans un circuit donné.

Ainsi, quand on allume la lumière, un flot d'électrons sort du générateur, suit le fil, passe par l'interrupteur, passe par l'ampoule et finit par retourner au générateur, dans la mesure où l'interrupteur est resté fermé assez longtemps pour que ce cycle puisse s'accomplir.

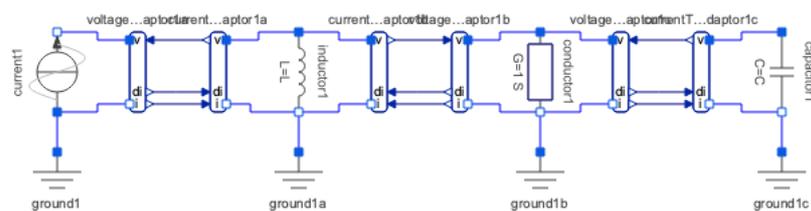




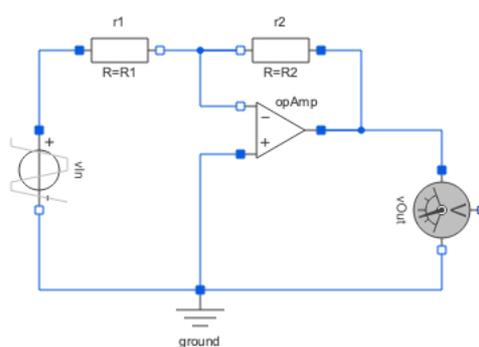
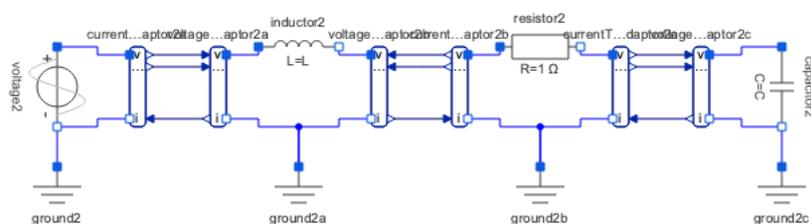


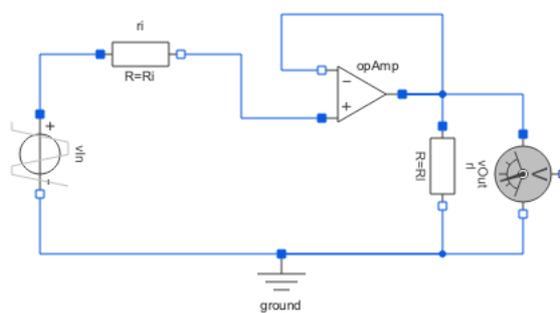
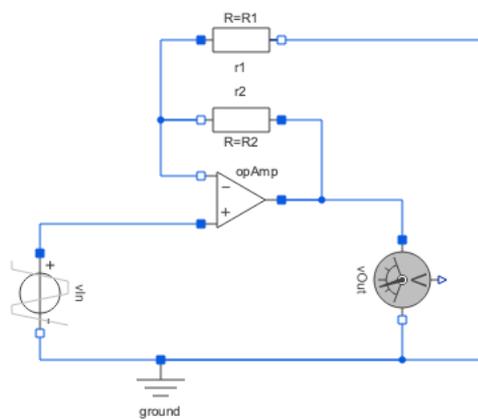


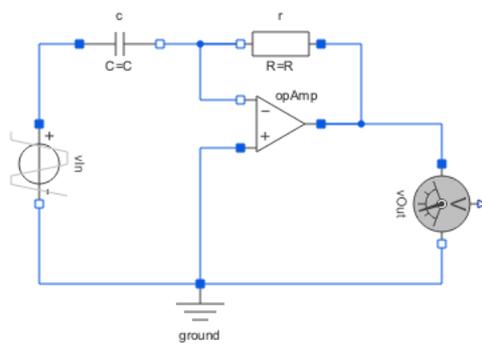
parallel resonance

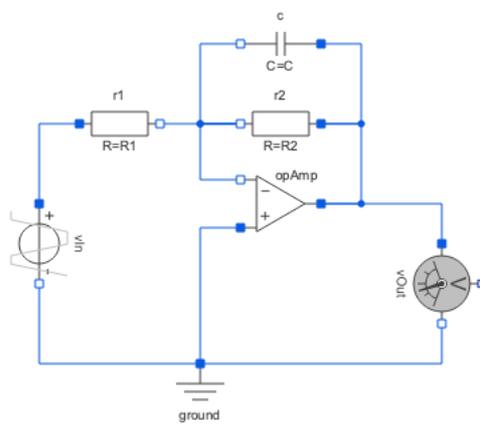
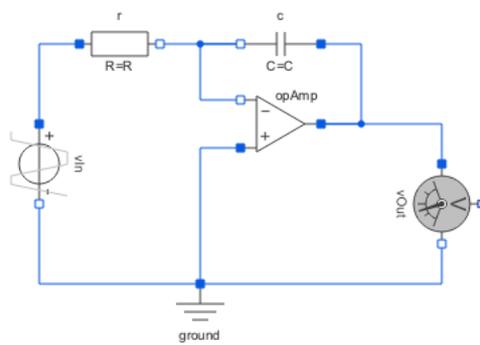


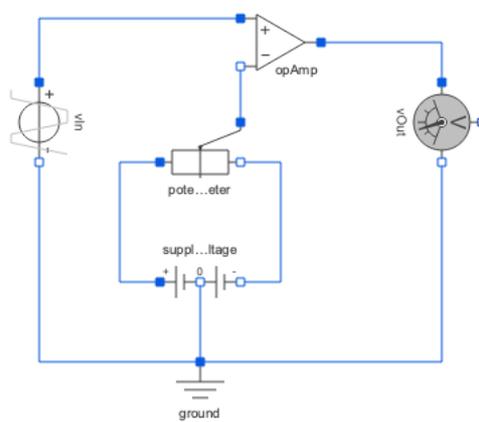
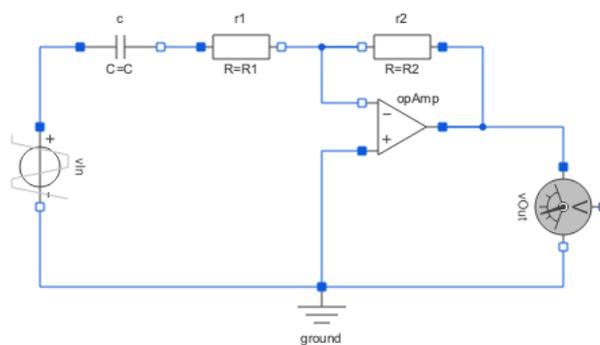
series resonance







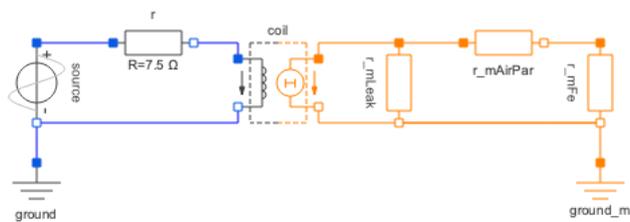




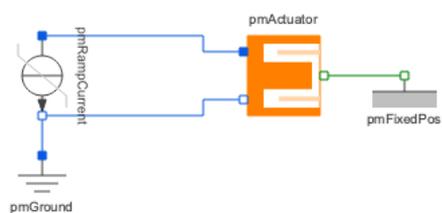
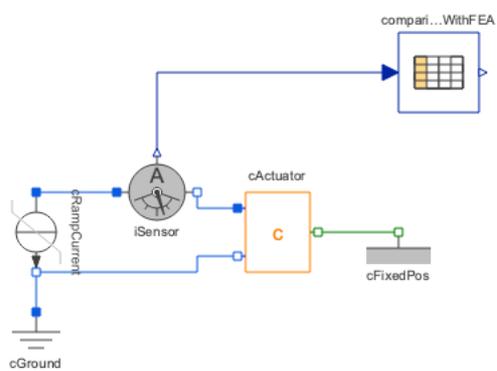
La métaphore magnétique

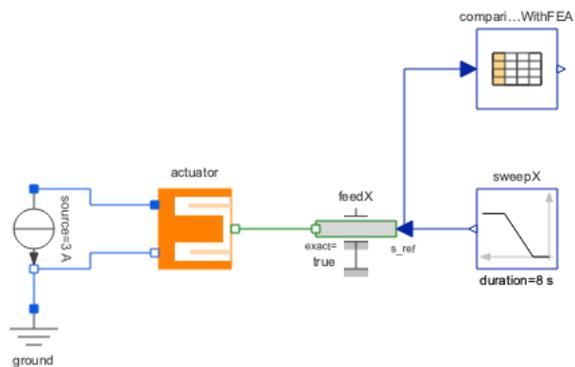
Les circuits financiers peuvent être conçus magnétiquement.

"Ils sont comme *aimantés* par cette position"

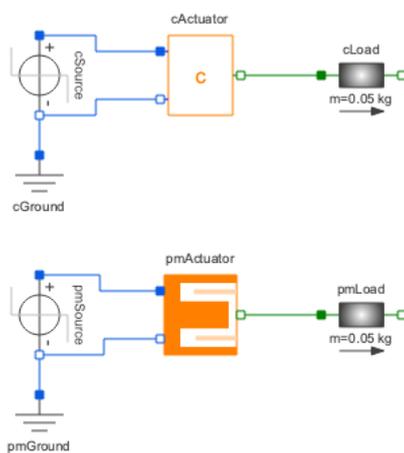


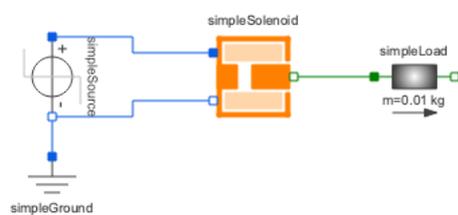
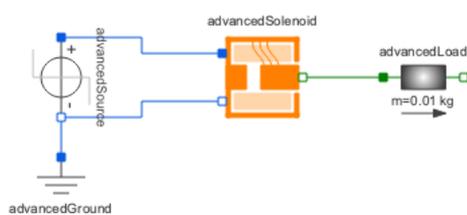
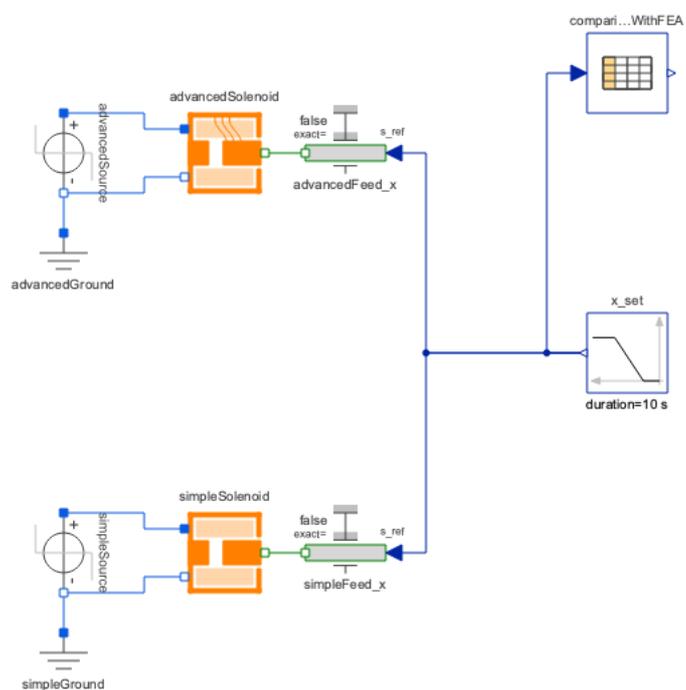
Comparison of the force-current characteristics of both converter models with armature blocked at mid-position

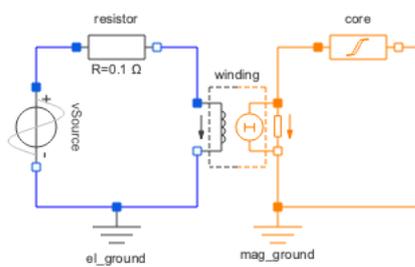
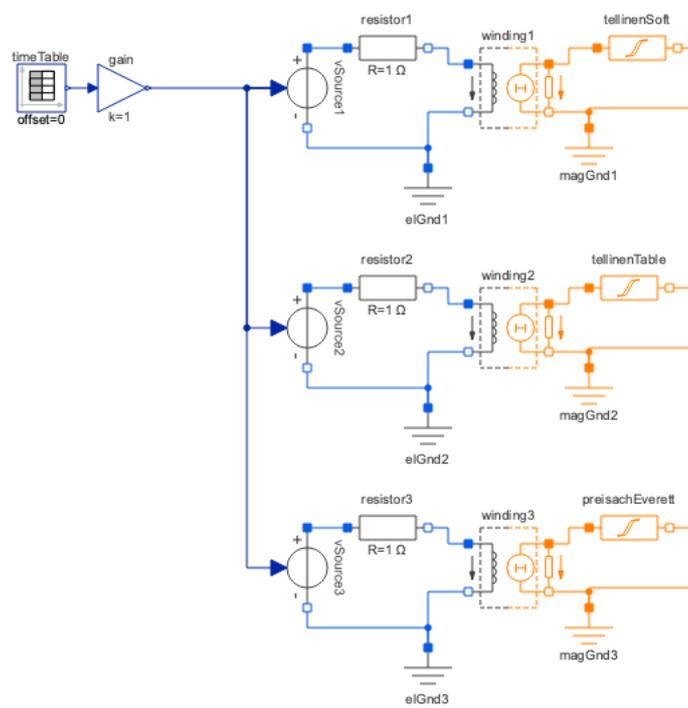


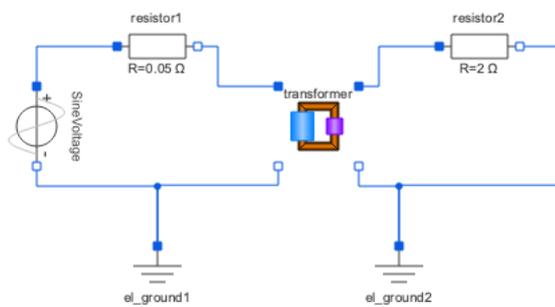
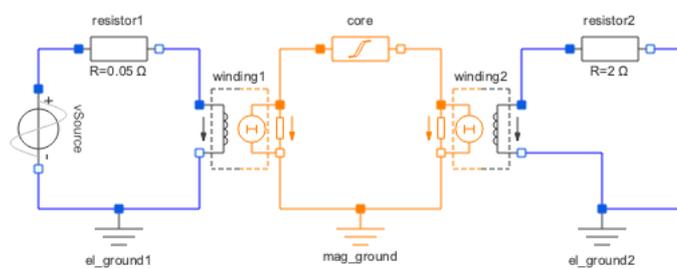


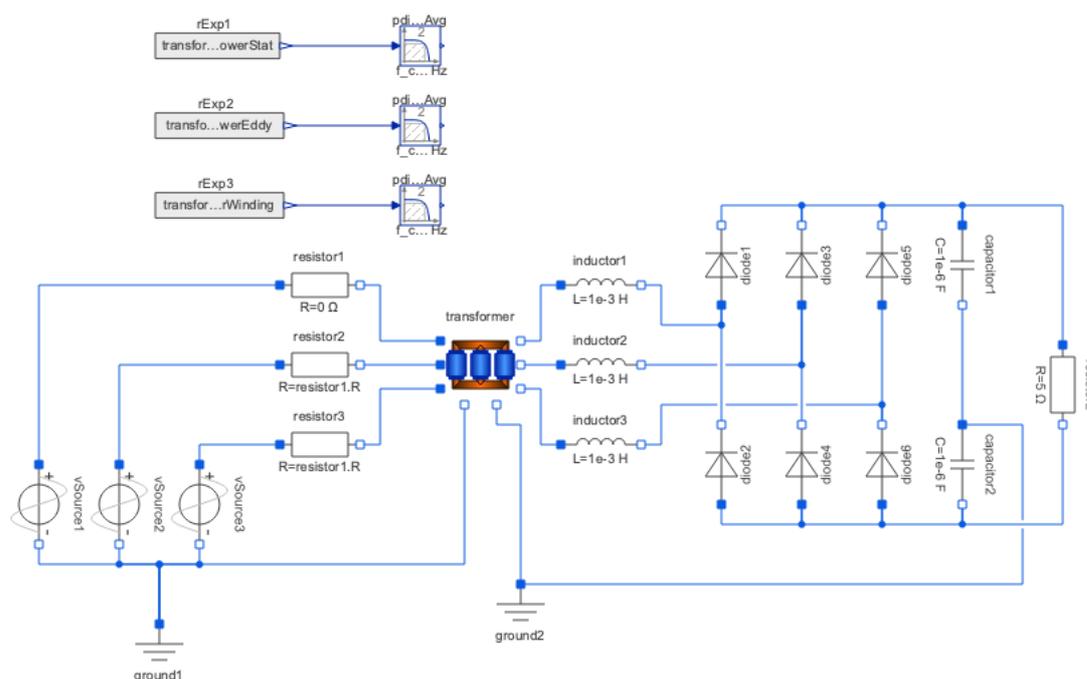
Comparison of a pull-in stroke of both converter models after a voltage step at $t=0$











La métaphore fluide

Les marchés financiers peuvent être représentés fluidiquement.

"Là où le **différentiel de rendement** est bas il y a moins de **pression** sur les flots de capitaux".

Les fluides incompressibles

Si on considère à priori que le fluide est incompressible, on peut utiliser la pression comme potentiel et le volume comme l'entité conservée.

Le flot est donc le débit de volume, l'entité conservée, provoqué par la différence de pression existant à travers la réalité.

Dans ce cas cependant, l'entité flot n'est pas la dérivée d'une quantité conservée, puisque le volume n'est pas une quantité conservée.

Cette métaphore fonctionne donc uniquement dans le cas où le fluide représenté est incompressible, si on sait que le flots est constitué d'un fluide incompressible.

Si on veut raisonner en termes de masse, il suffit de multiplier toute l'équation par la densité du fluide incompressible auquel cas l'équation devient une équation de conservation de masse, puisque la masse est une entité conservée.

Mais attention, la définition d'un tel contact est utile pour un réseau de fluide simple sans avoir à spécifier ou même connaître la densité du fluide travaillant.

Les fluides compressibles

Le contact d'un fluide compressible possède la pression comme potentiel et le flot de masse comme flot.

Ce contact peut être utilisé à la fois pour les fluides compressibles et les fluides compressibles.

Un tel contact est plus général que celui des fluides incompressibles, puisqu'il ne fait pas d'hypothèse sur la compressibilité du fluide.

Ainsi le flot de masse se conforme à la convention qu'un flot doit être la variation temporelle d'une entité conservée, la masse dans ce cas.

Ce contact n'est pas fondamentalement différent des autres contacts de domaines simples.

Les thermofluides

Dans les contacts précédents, la seule entité conservée était la masse, et il n'était jamais fait mention de la température.

Parfois, la température du fluide doit être prise en compte, puisqu'elle peut changer la densité du dit fluide ou même déclencher un changement de phase de ce dernier, de liquide à gaz, par exemple.

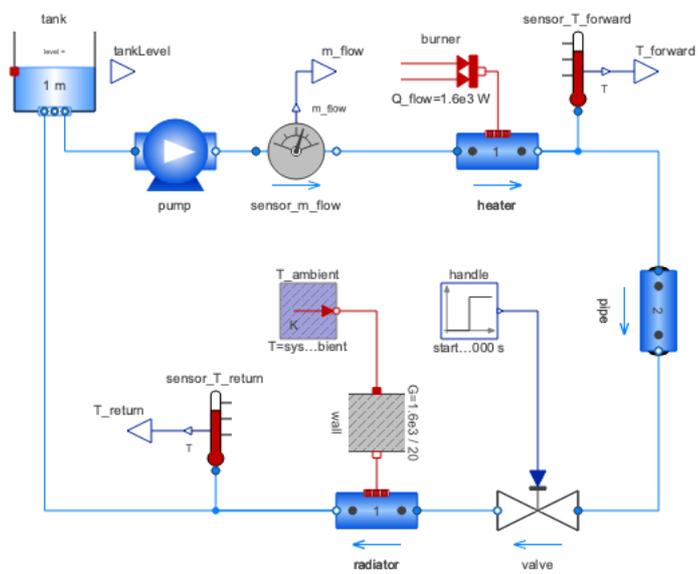
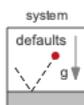
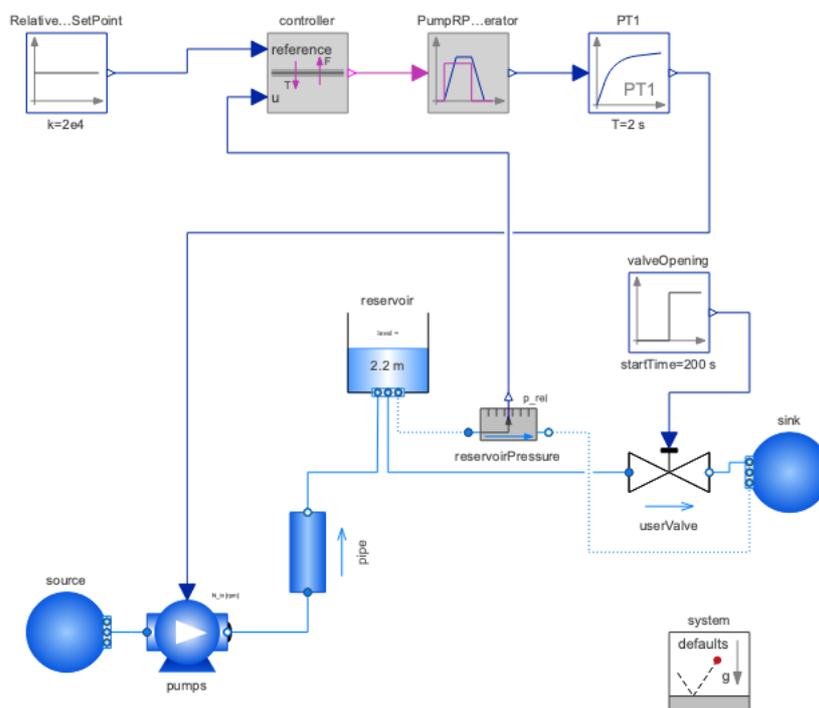
La température peut également modifier des caractéristiques critiques du fluide comme sa viscosité, ce qui peut avoir un fort impact sur des système de lubrification.

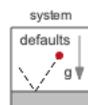
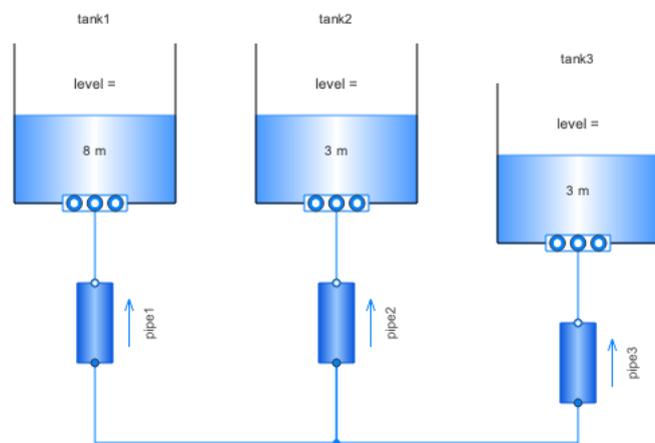
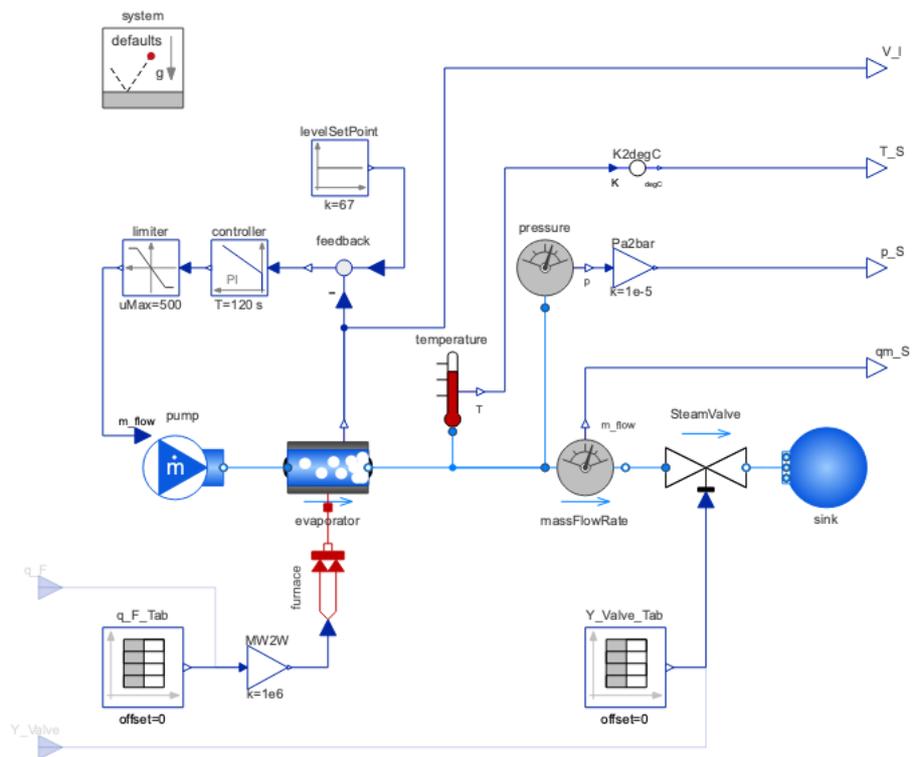
Pour prédire la température d'un fluide travaillant, il est nécessaire de suivre l'énergie qui s'écoule avec le fluide quand il circule dans un réseau.

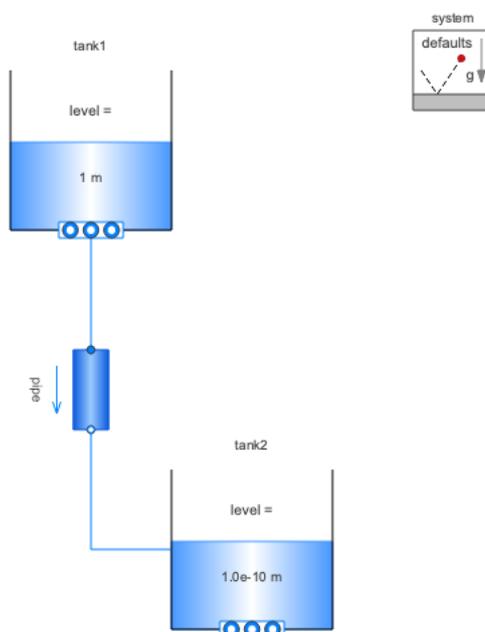
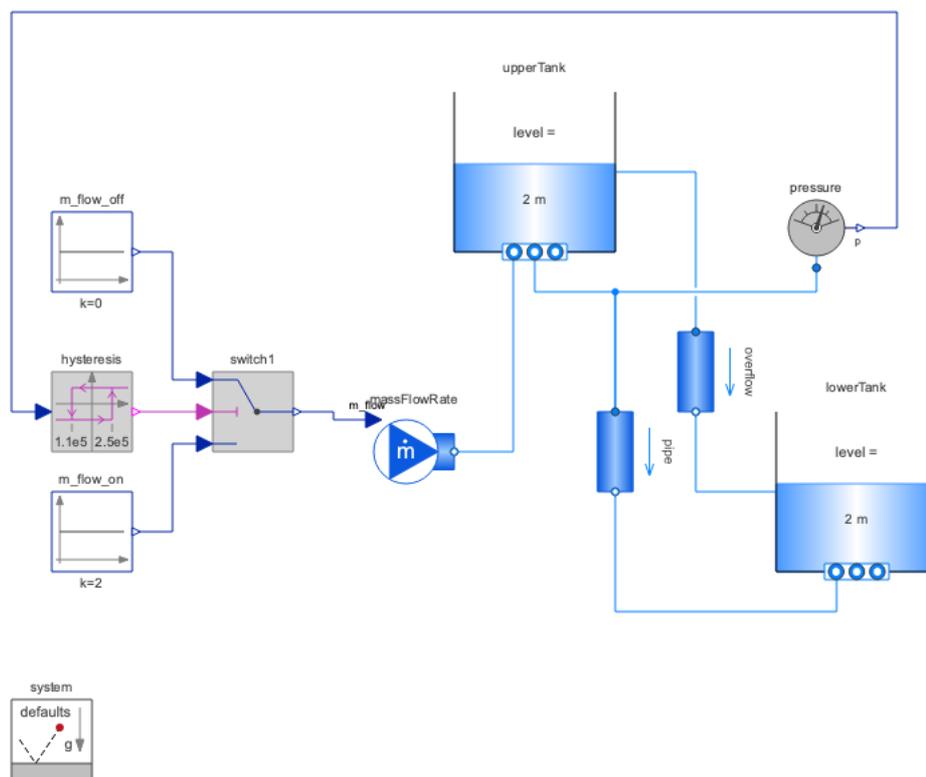
Le contact doit donc être un double contacts:

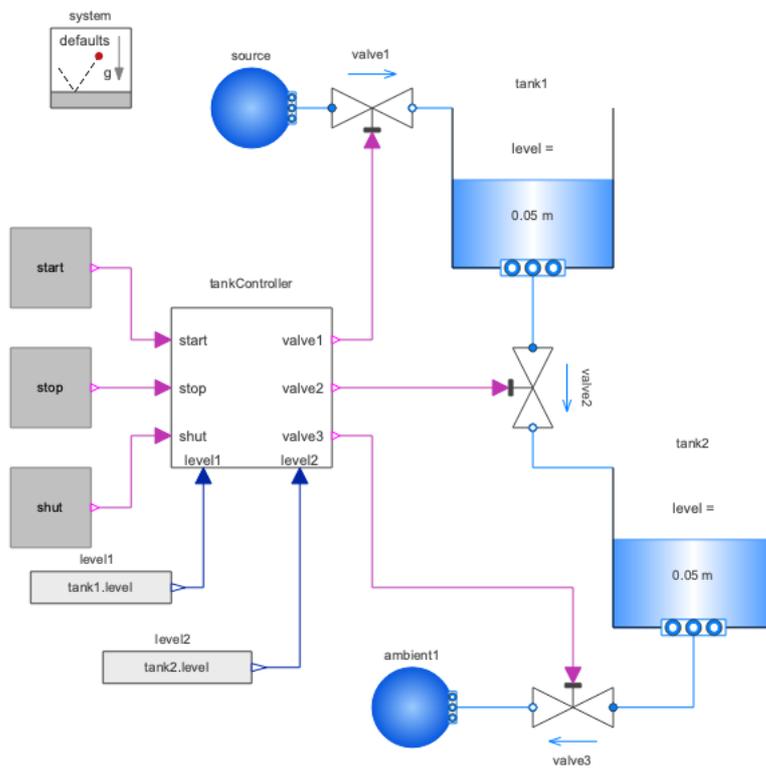
- l'un dont la pression est le potentiel et le débit de masse le flot;
- l'autre dont la température est le potentiel et le débit de chaleur (d'énergie) le flot.

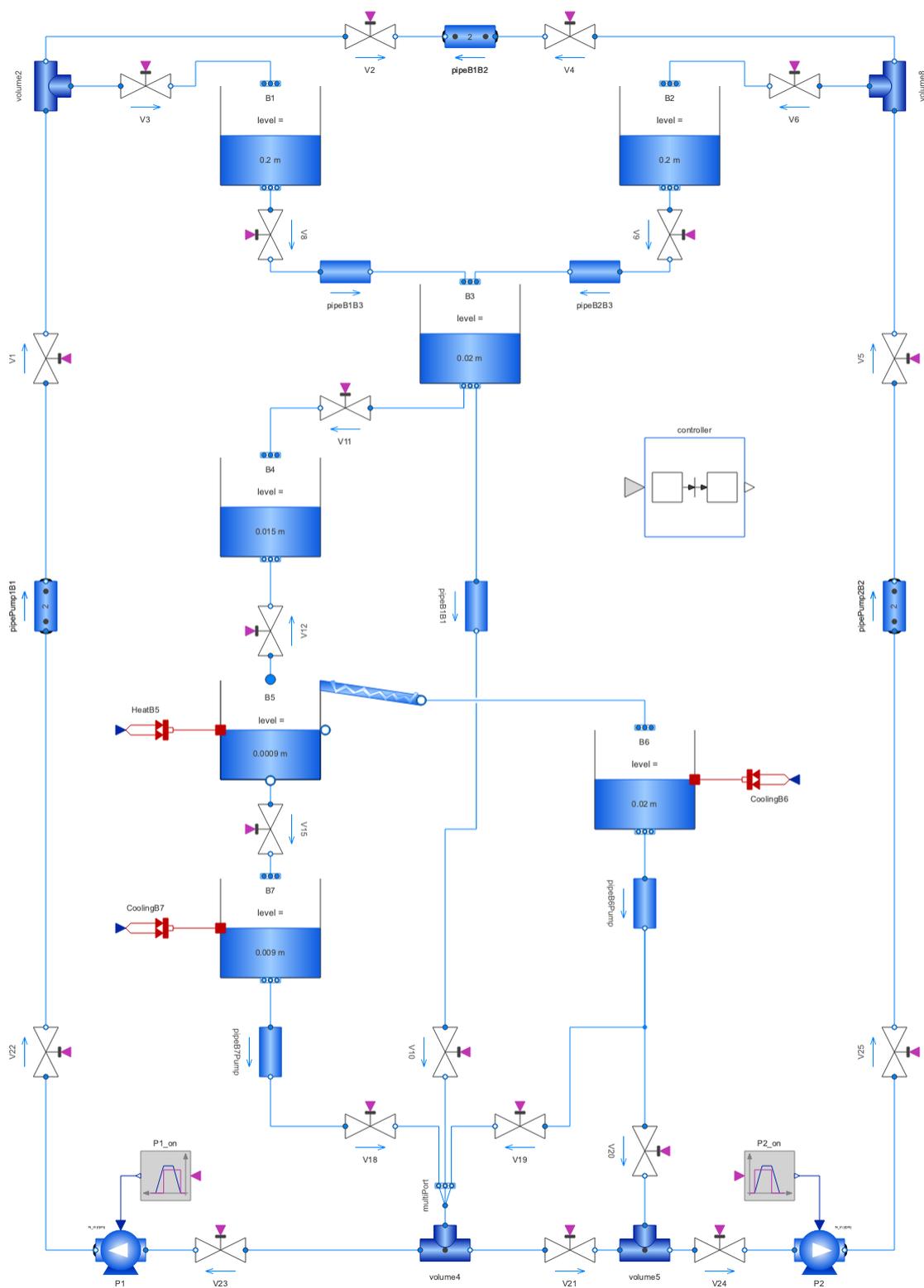
Chacun de ces flots est apparié à son potentiel.

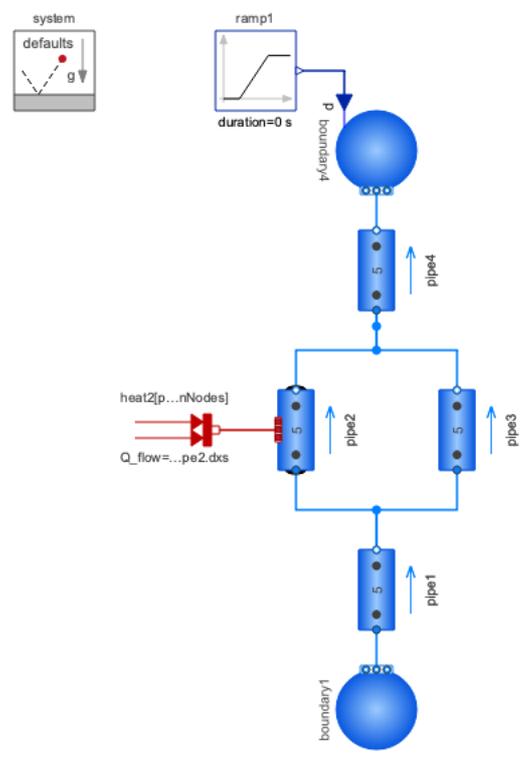
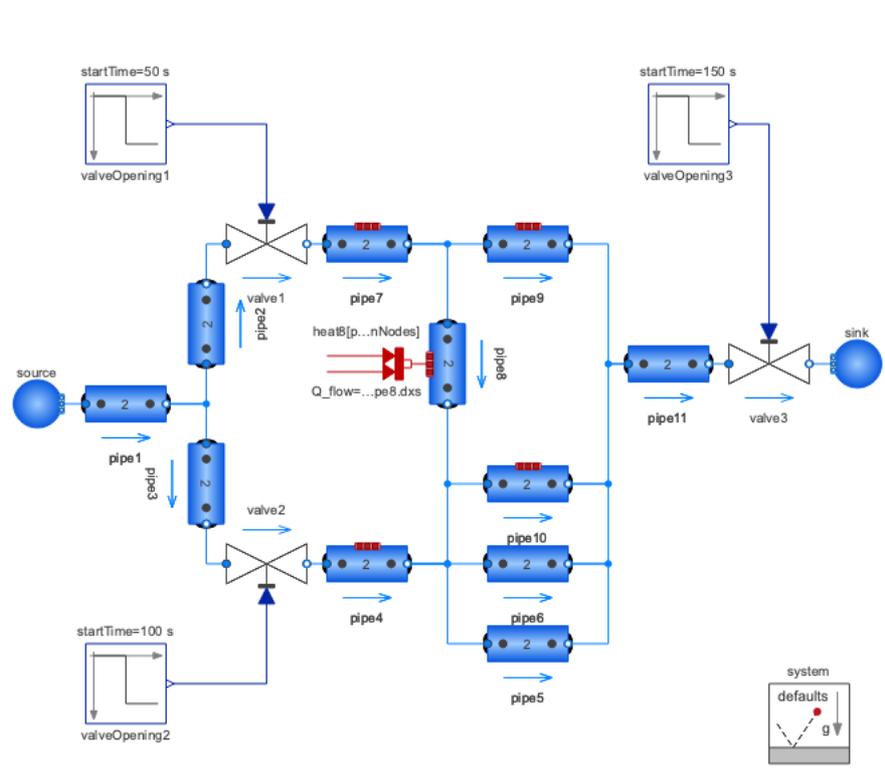


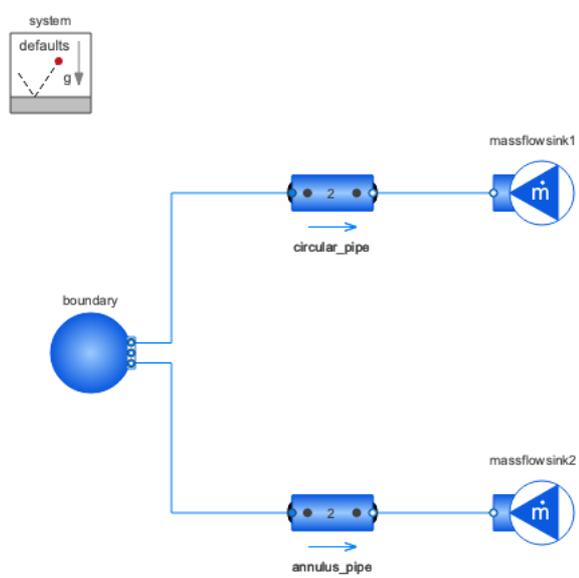


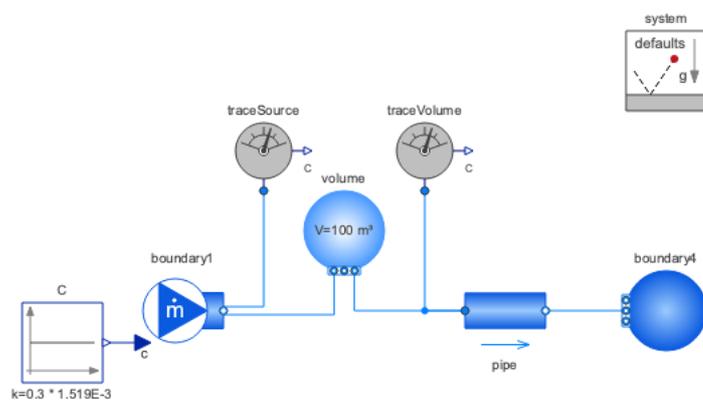
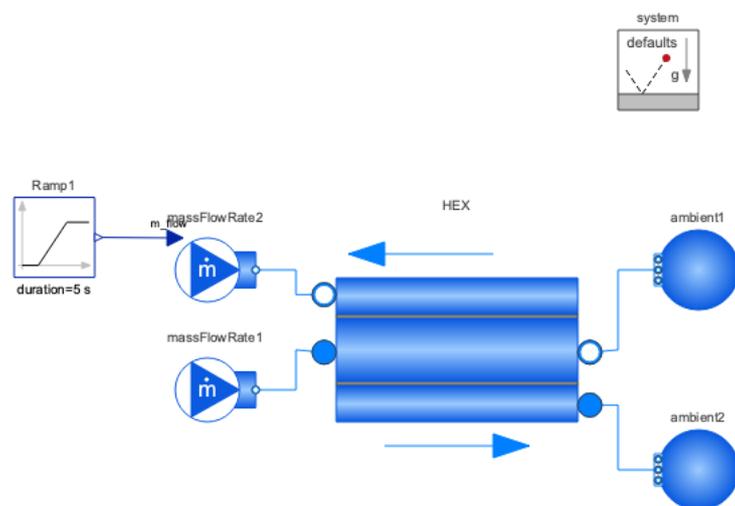


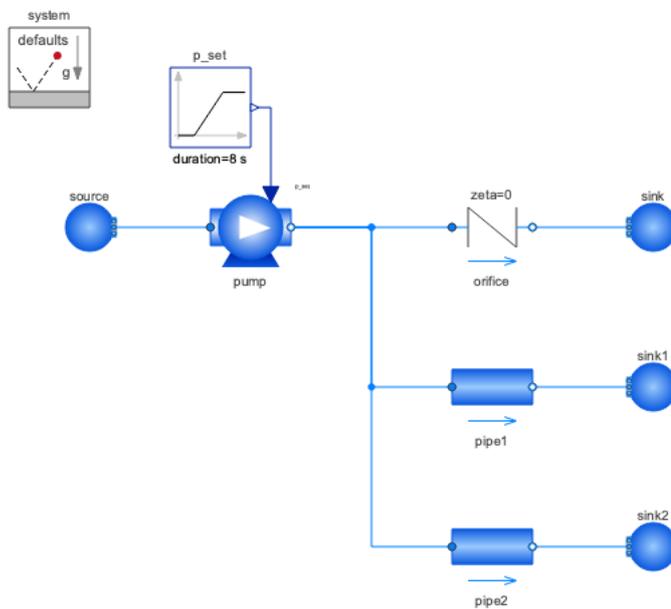
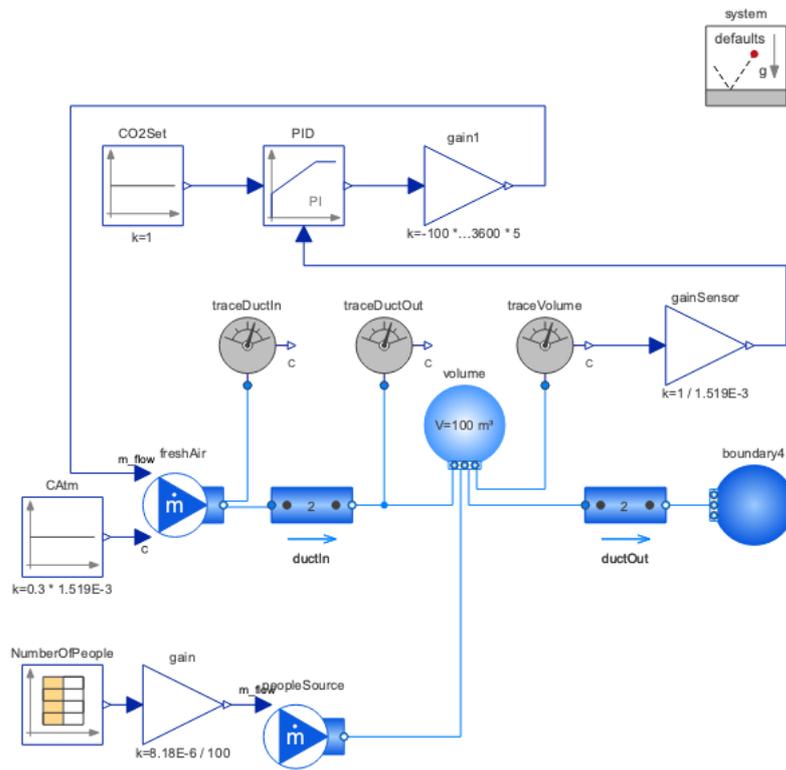


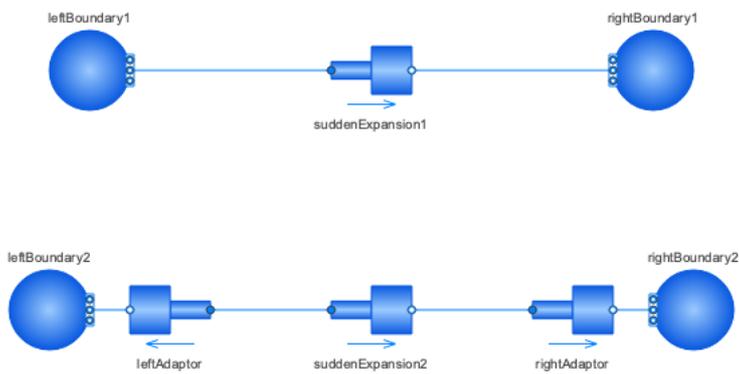
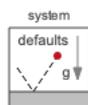
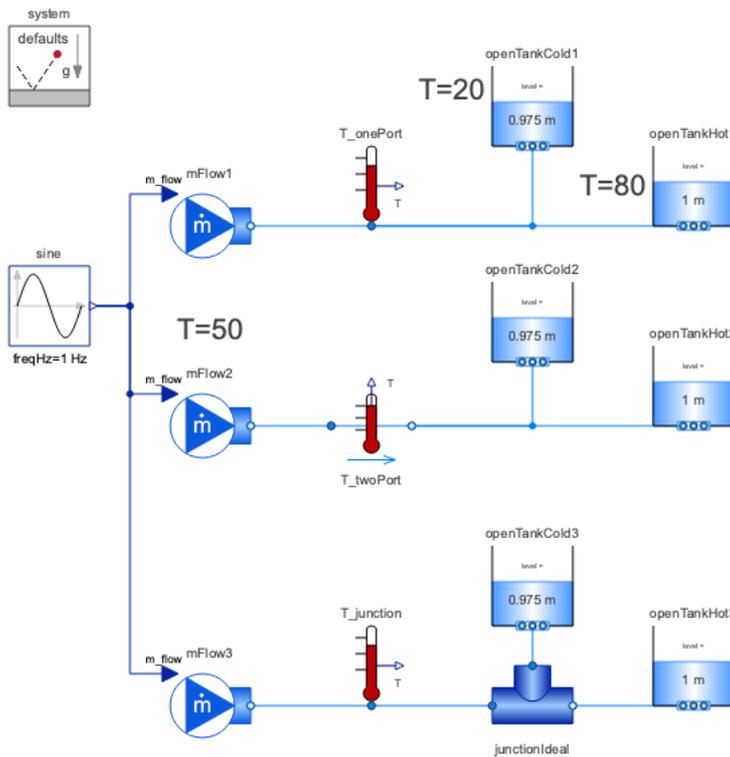












La métaphore thermique

Les marchés financiers peuvent être conçus thermiquement.

"Ca commence à chauffer sur le marché".

La chaleur

On peut utiliser des entités pour représenter chacun des effets.

On peut utiliser le connecteur thermique standard de la physique:

```

within Modelica.Thermal.HeatTransfer;
package Interfaces "Connectors and partial models"
partial connector HeatPort "Thermal port for 1-dim. heat transfer"
Modelica.SIunits.Temperature T "Port temperature";
    flow Modelica.SIunits.HeatFlowRate Q_flow
"Heat flow rate (positive if flowing from outside into the component)";
    end HeatPort;

connector HeatPort_a "Thermal port for 1-dim. heat transfer (filled
    rectangular icon)"
    extends HeatPort;

    annotation 
    end HeatPort_a;

connector HeatPort_b "Thermal port for 1-dim. heat transfer (unfilled
    rectangular icon)"
    extends HeatPort;

    annotation 
    end HeatPort_b;
end Interfaces;

```

Quand on construit des modèles d'entités il faut commencer par des entités qui présentent un seul effet physique (capacitance, convection).

En agissant ainsi, les effets peuvent ensuite être combinés à l'infini sans avoir besoin d'ajouter de nouvelles équations.

Capacitance thermique

On peut commencer par la capacitance thermique concentrée avec distribution uniforme de température.

La représentation de l'équation de la capacitance est la suivante:

```

within Systar.Components.HeatTransfer;
model ThermalCapacitance "A model of thermal capacitance"
parameter Modelica.SIunits.HeatCapacity C "Thermal capacitance";
parameter Modelica.SIunits.Temperature T0 "Initial temperature";
Modelica.Thermal.HeatTransfer.Interfaces.HeatPort_a node
  annotation ...
  initial equation
    node.T = T0;
  equation
    C*der(node.T) = node.Q_flow;
end ThermalCapacitance;

```

On utilise un connecteur noeud dans ce modèle.

C'est ainsi que la capacitance interagit avec son environnement.

La température au noeud

`node.T`

représente la température de la capacitance.

Le flot

`node.Q_flow`

représente le flot d'entropie entrant dans la capacitance thermique.

Ceci est visible dans l'équation de la capacitance

$$C \cdot \text{der}(\text{node.T}) = \text{node.Q_flow};$$

Quand le flot est positif, la température de la capacitance thermique augmente.

Cela confirme qu'on a suivi la convention que le flot à un connecteur représente un flot d'entité conservée dans l'entité, la chaleur dans ce cas.

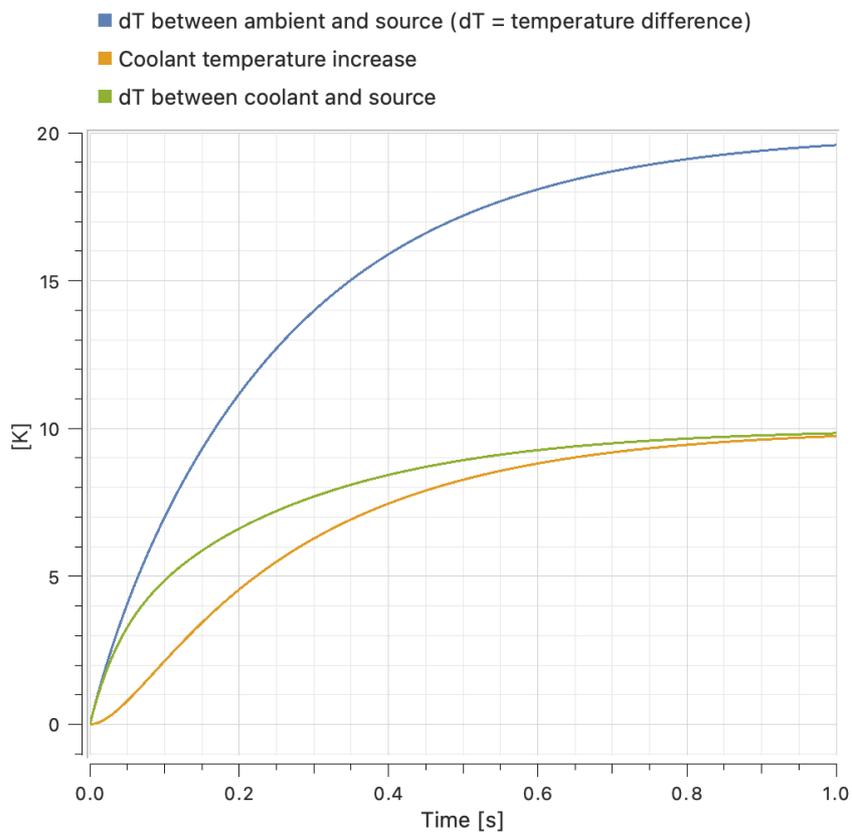
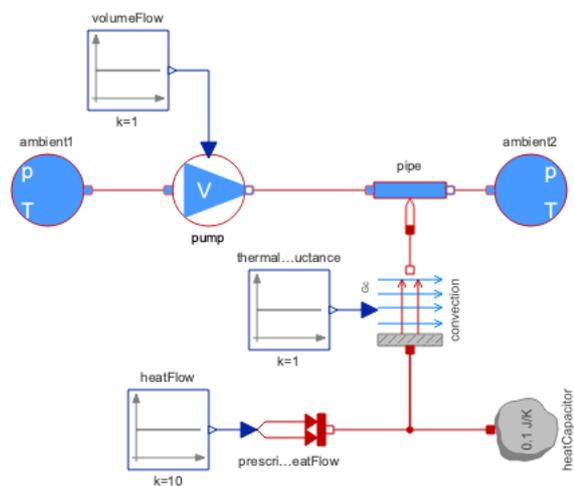
En utilisant ce modèle simple, on peut d'ores et déjà construire un système simple comme le suivant:

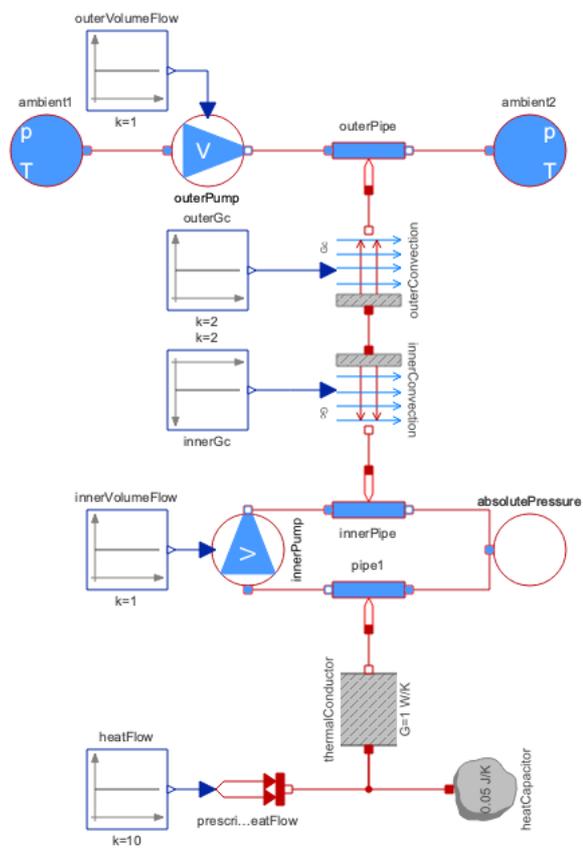
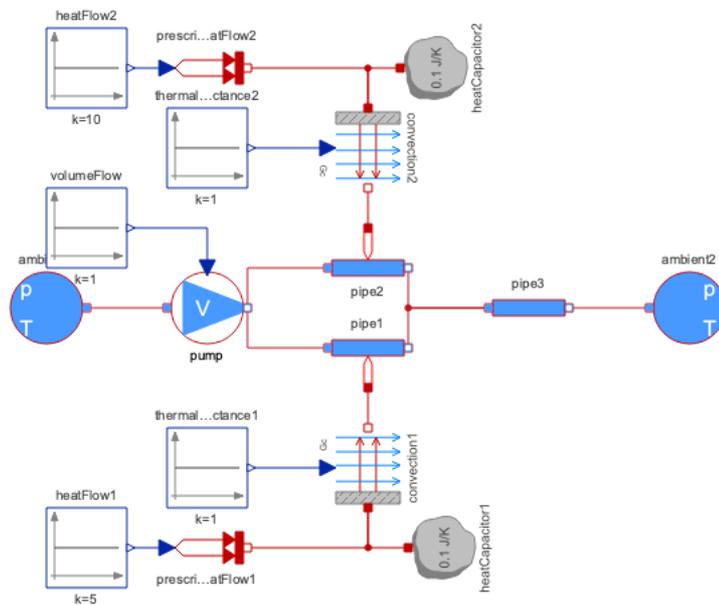
```

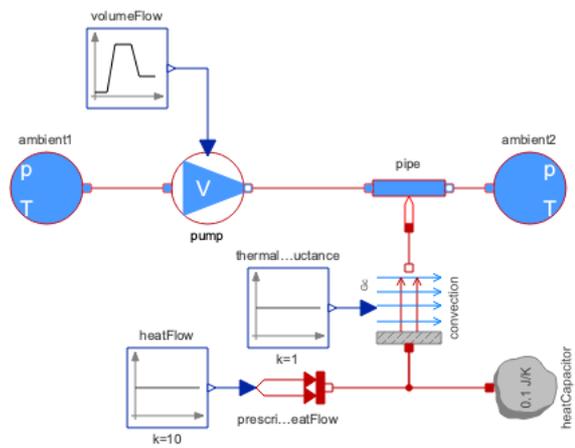
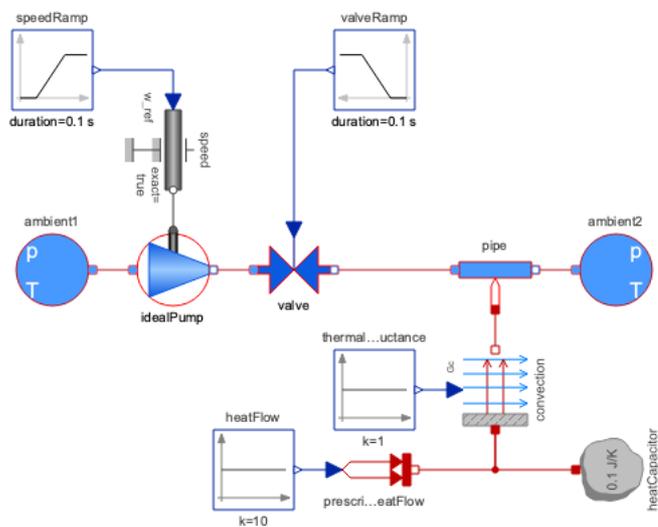
within Systar.Components.HeatTransfer.Examples;
model Adiabatic "A model without any heat transfer"
  ThermalCapacitance cap(C=0.12, T0(displayUnit="K") = 363.15)
    "Thermal capacitance component"
  annotation ...
end Adiabatic;

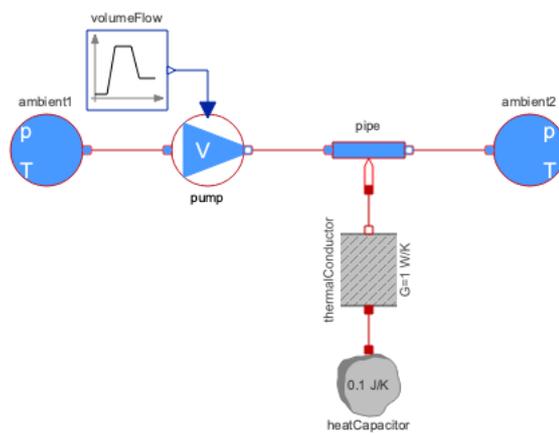
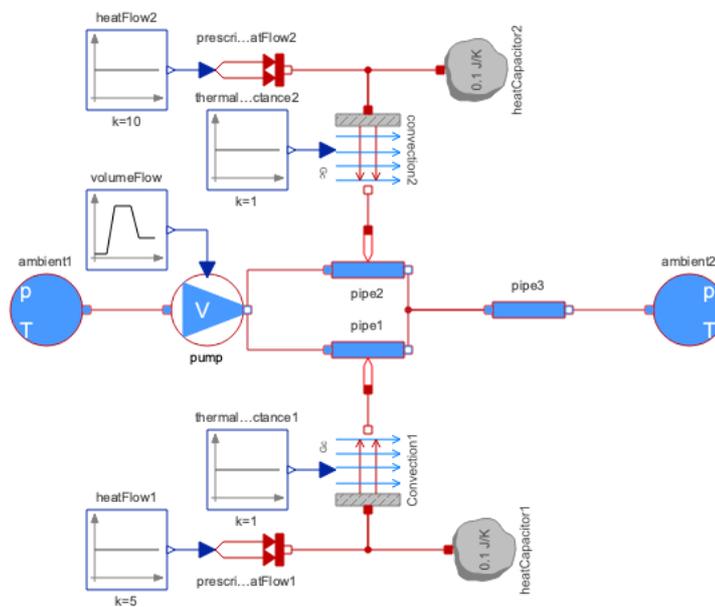
```

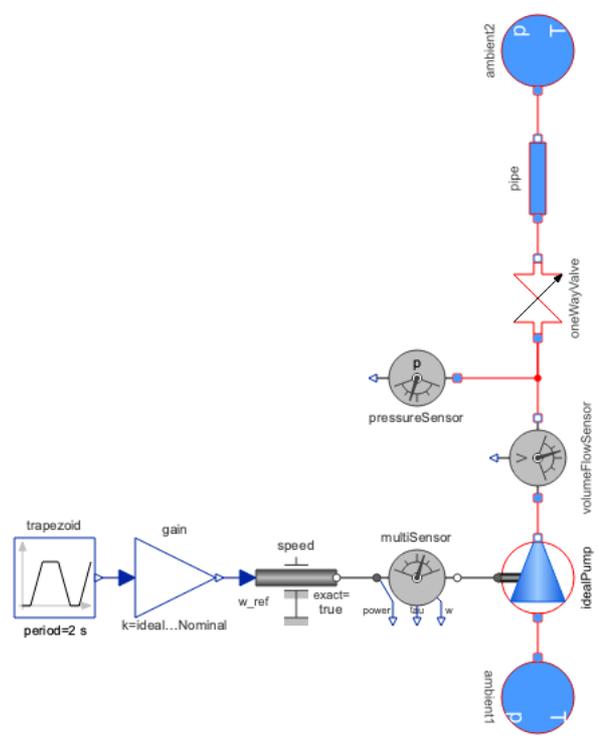
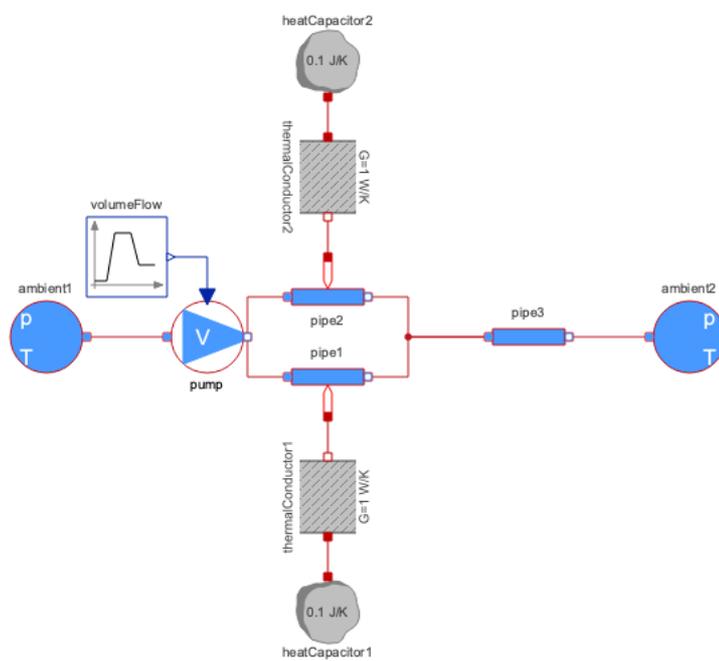
Ce modèle contient seulement une capacitance thermique, une capacitance de type `ThermalCapacitance` et aucun autre élément de transfert de chaleur (conduction, convection, radiation).

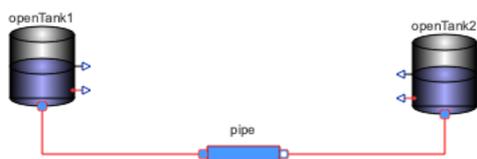
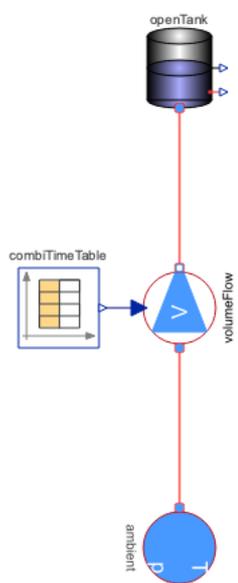


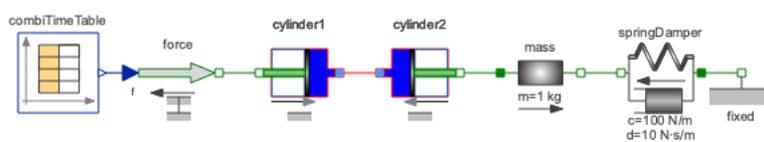








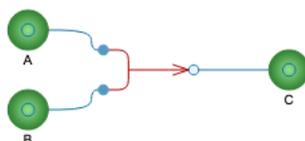


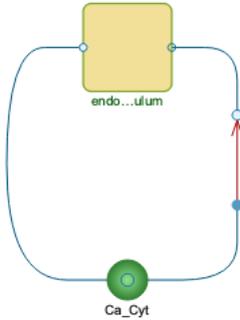
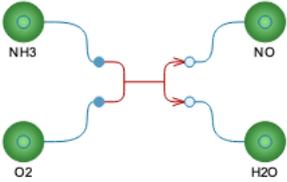


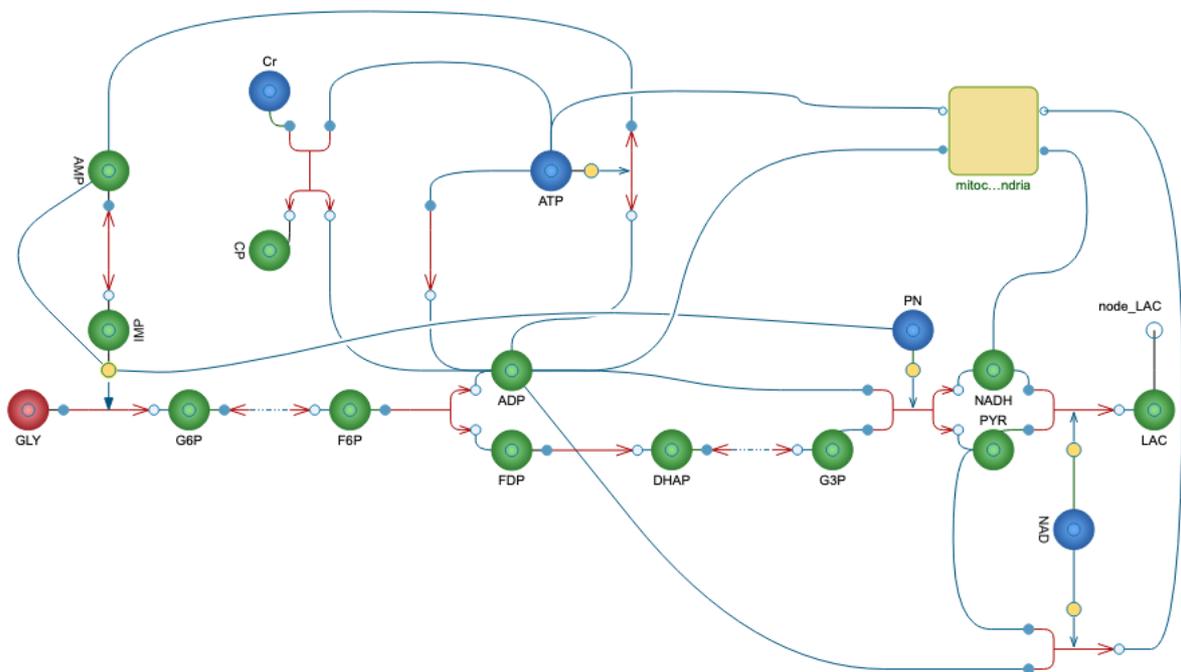
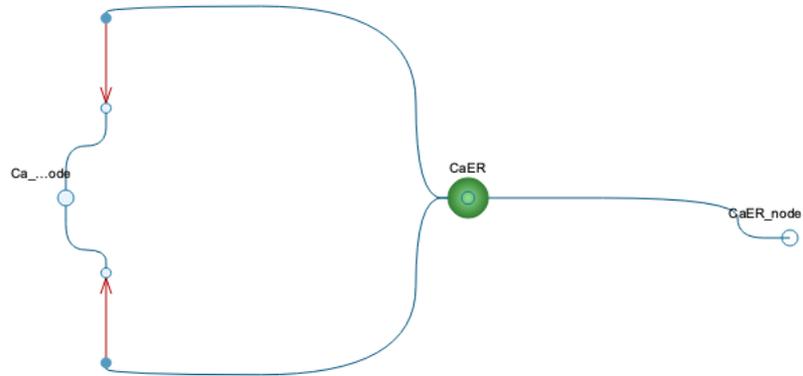
La métaphore chimique

Les marchés financiers peuvent être conçus chimiquement.

"Les deux ont fusionné".







La métaphore atomique

Les circuits financiers peuvent être conçus magnétiquement.

"Ils ont atteint la masse critique".

"C'est le cœur de leur système".

"C'est un électron libre".

La métaphore thermodynamique

Les circuits financiers peuvent être conçus thermodynamiquement.

"La cocotte a explosé".

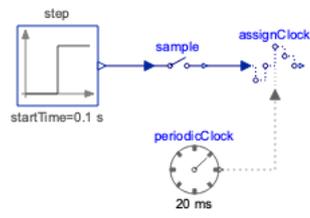
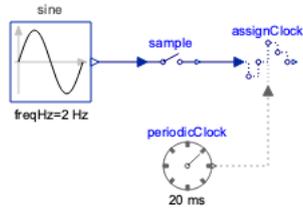
La métaphore métallique

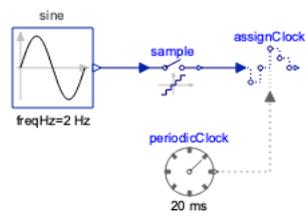
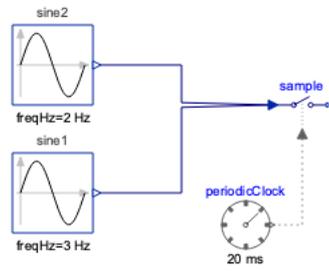
Les circuits financiers peuvent être conçus magnétiquement.

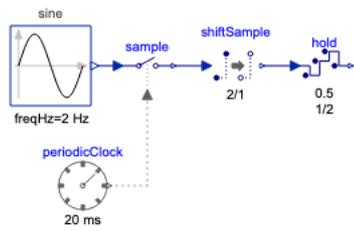
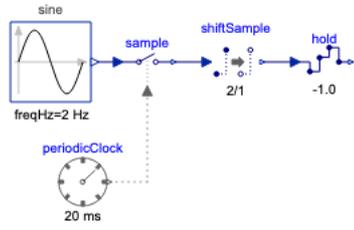
"Ils constituent un alliage très solide".

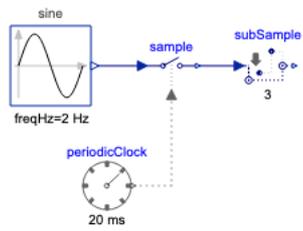
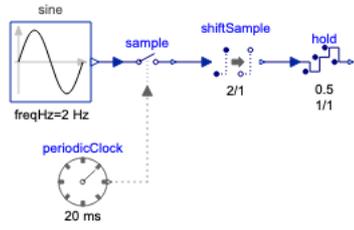
La métaphore chronologique

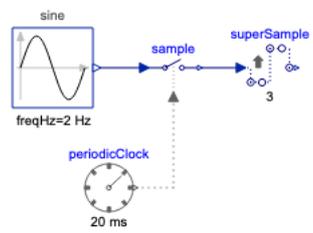
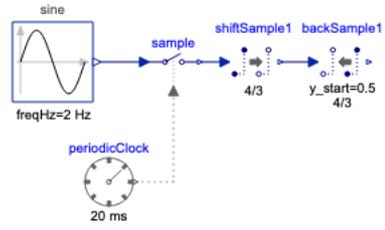
"Il faut augmenter la cadence".

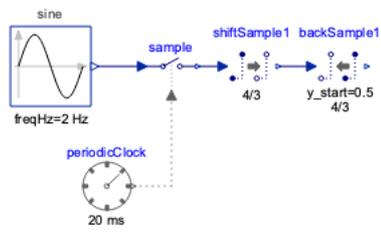
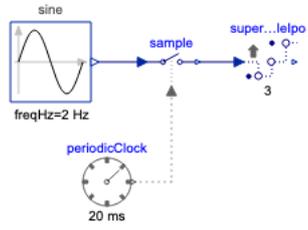


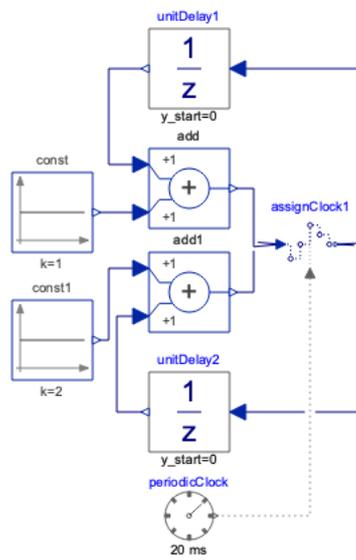
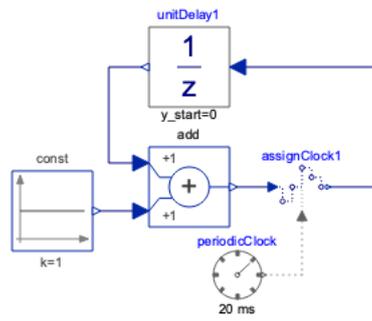


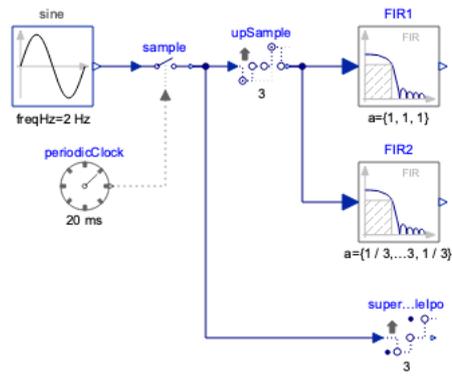
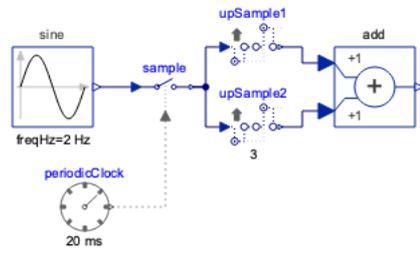


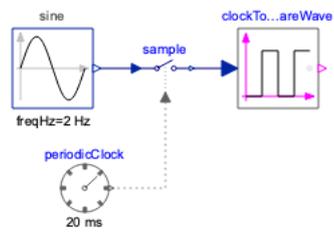
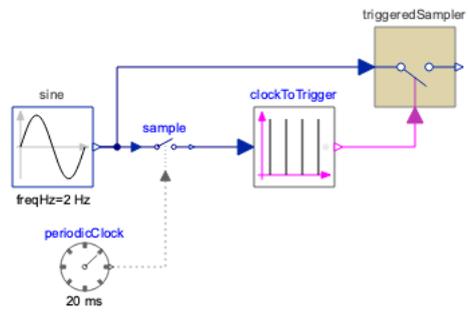


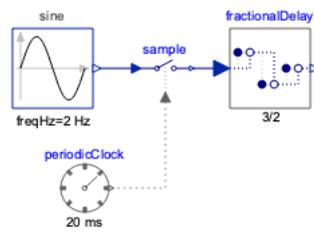
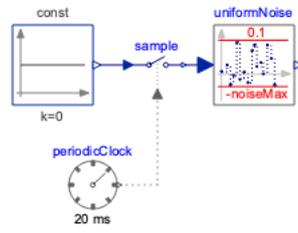


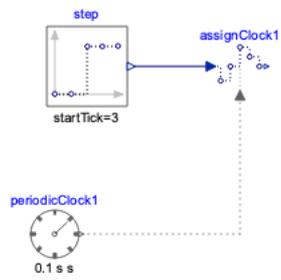
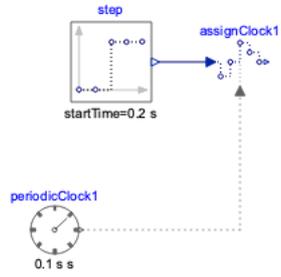


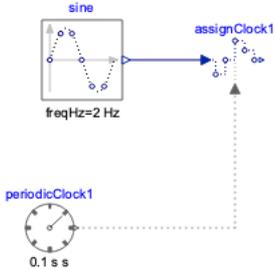


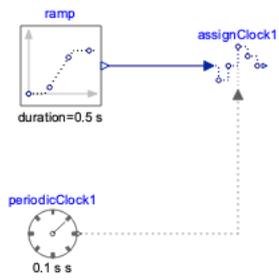
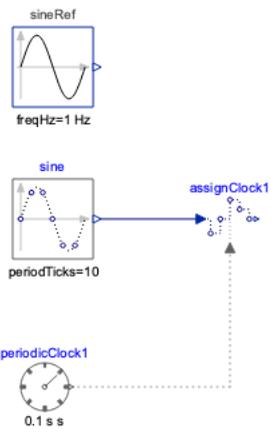


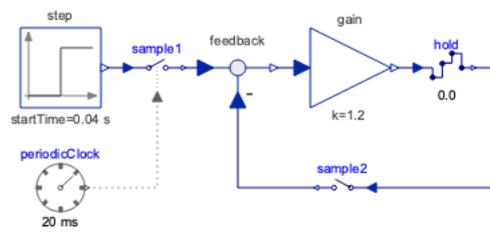
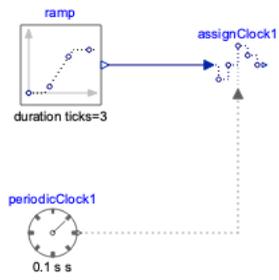


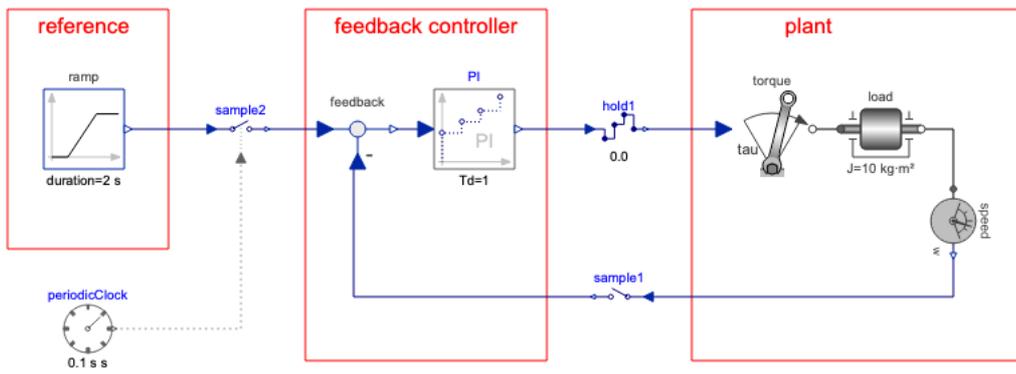
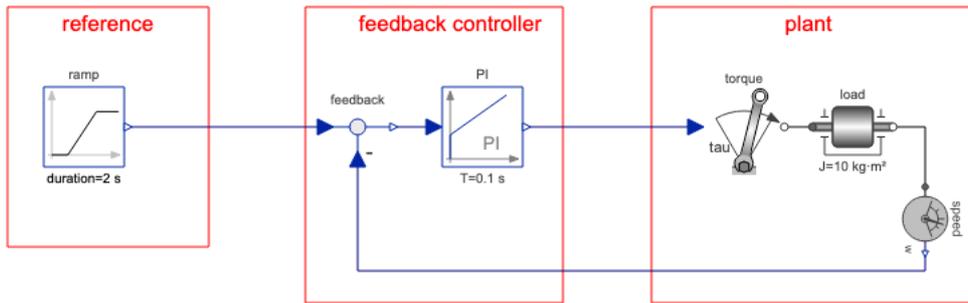


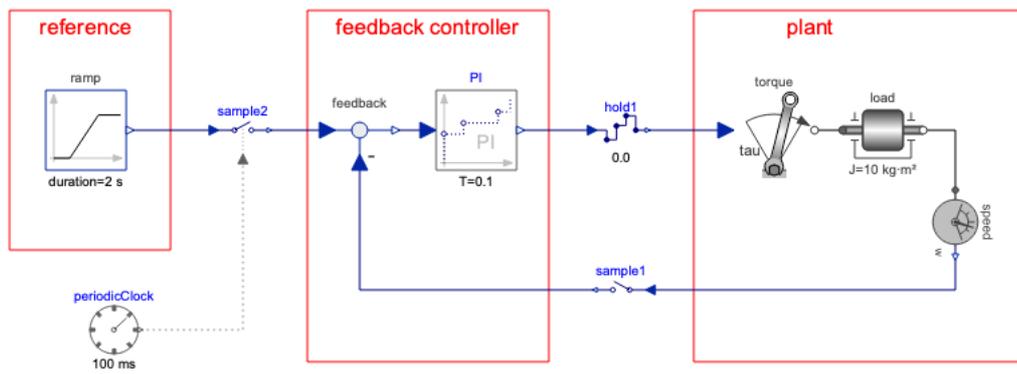
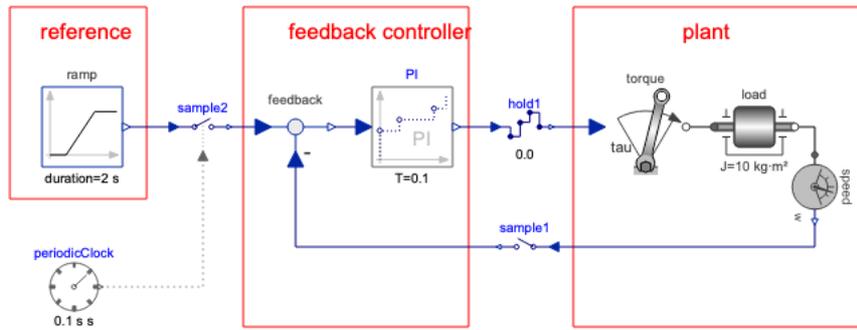


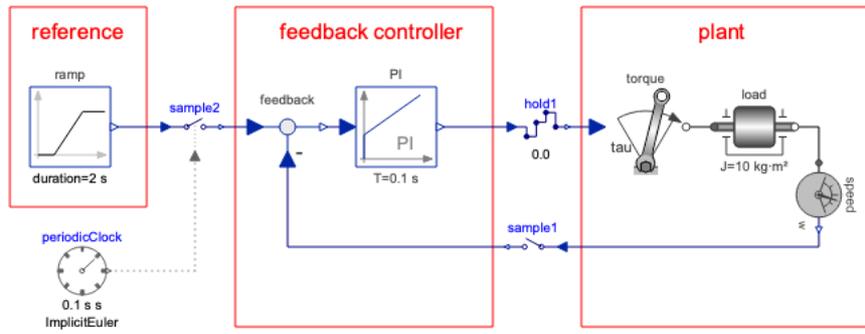


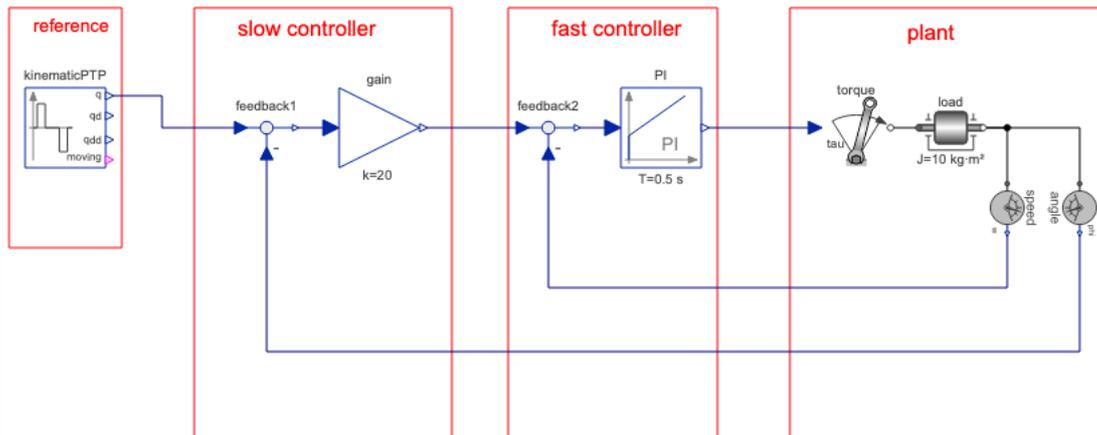
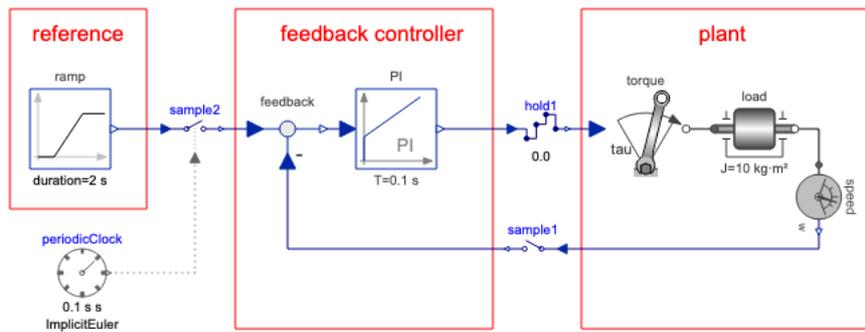


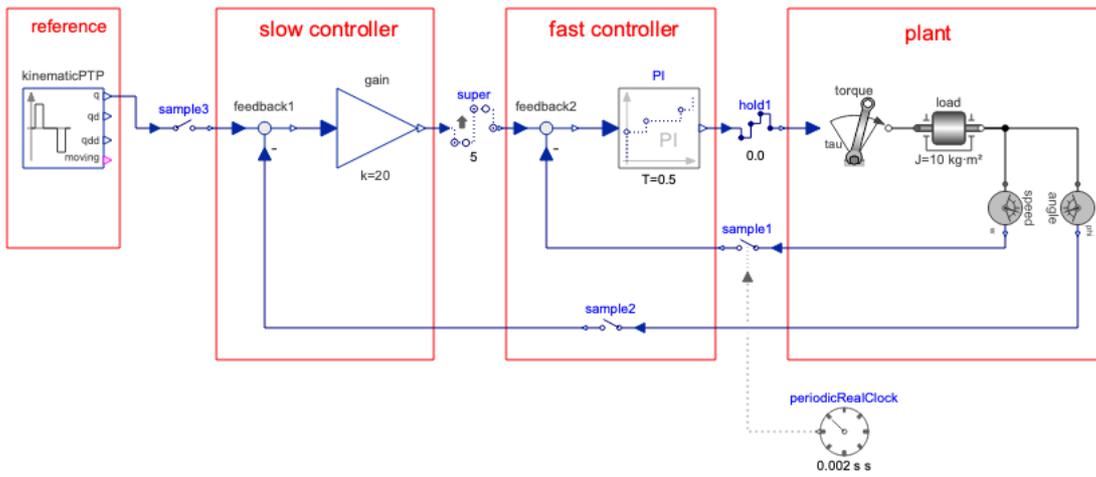
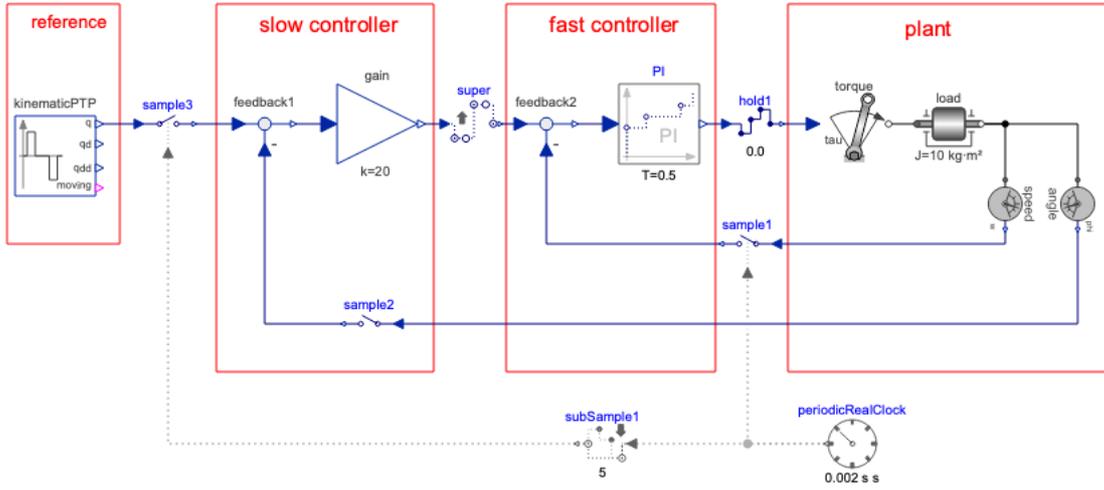


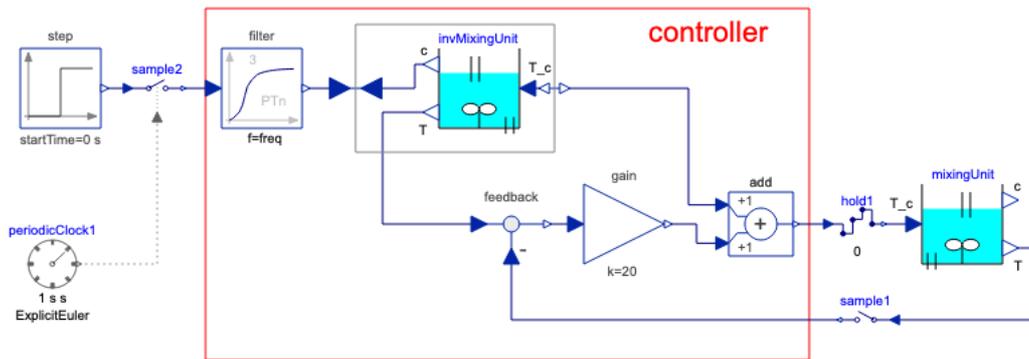
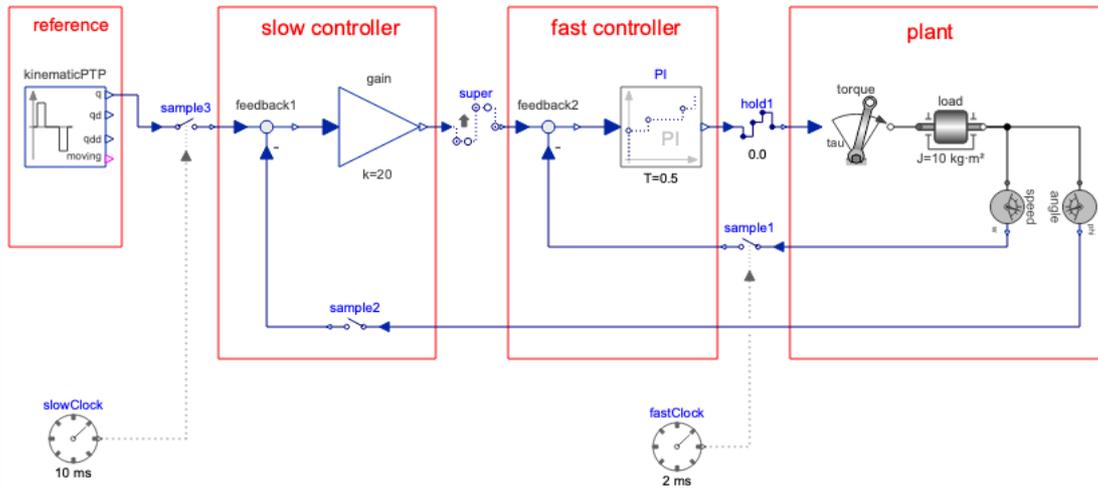


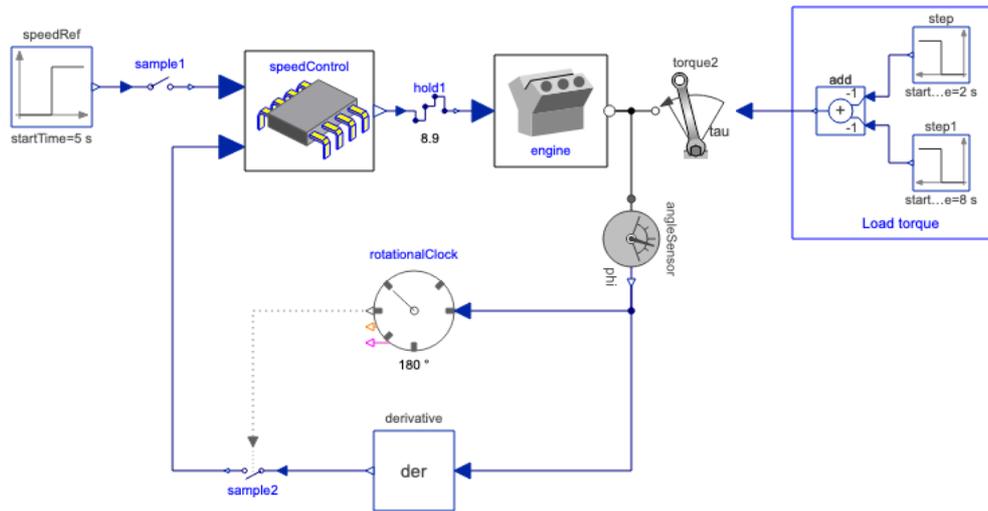








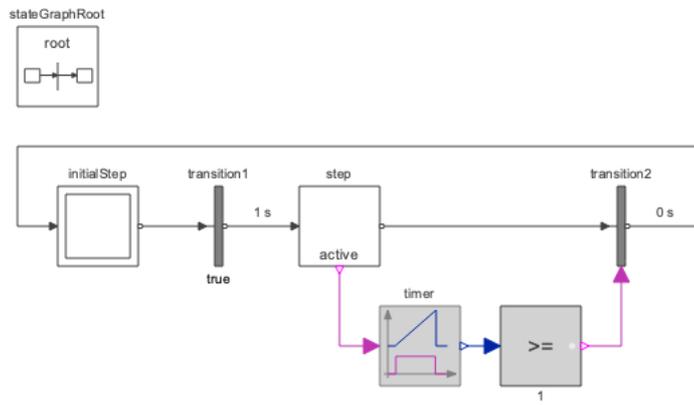
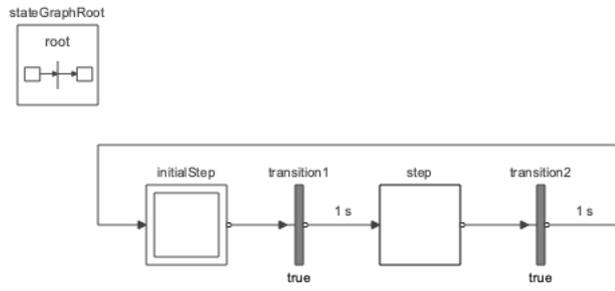


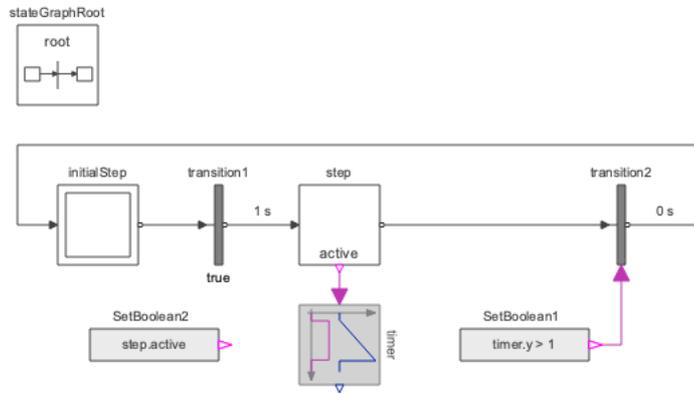


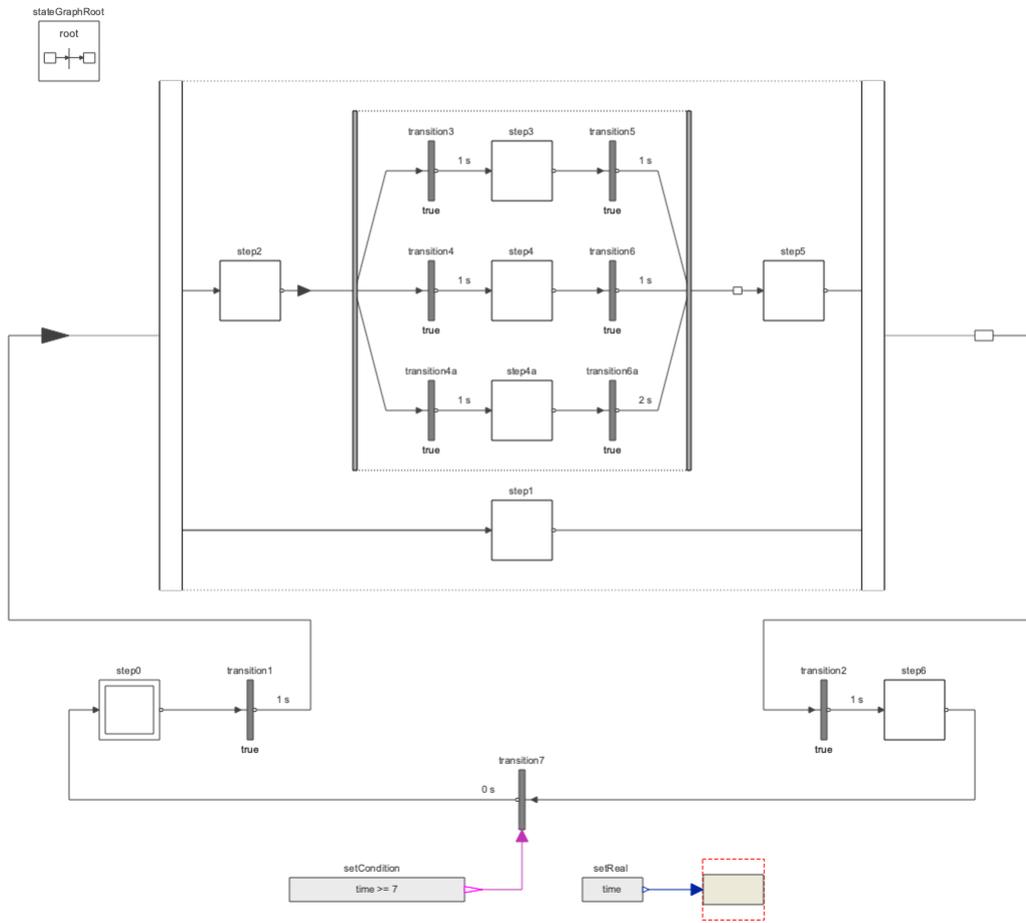
La métaphore logique

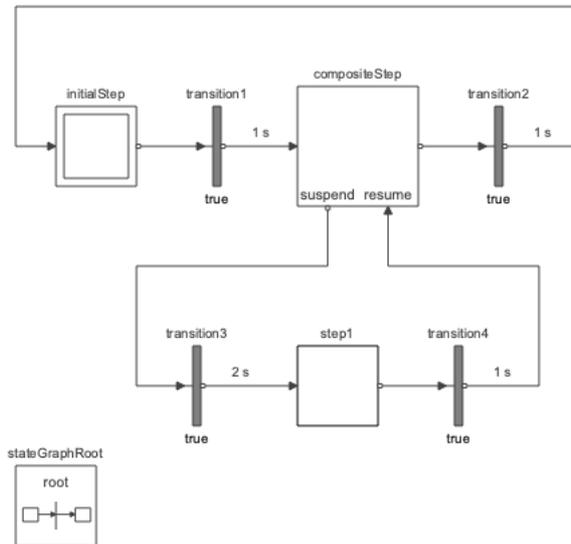
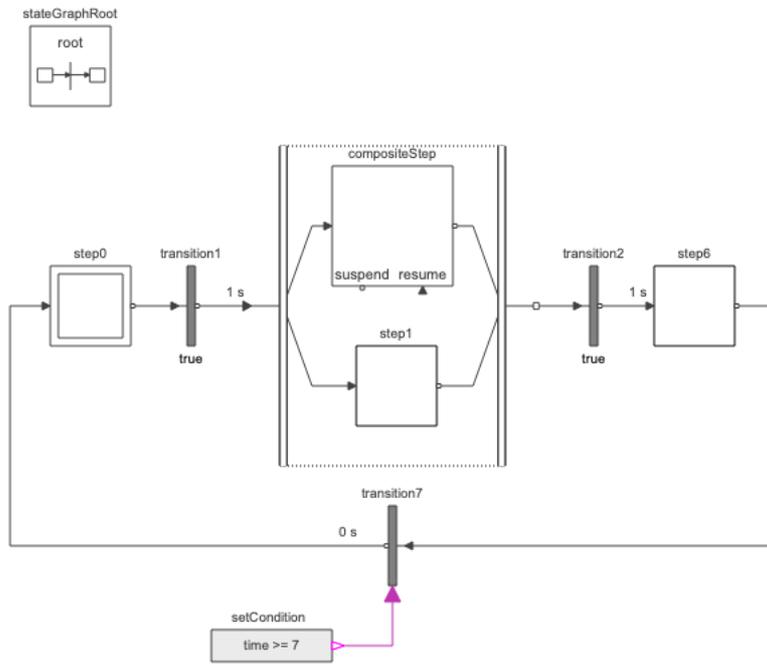
Les marchés financiers peuvent être conçus logiquement.

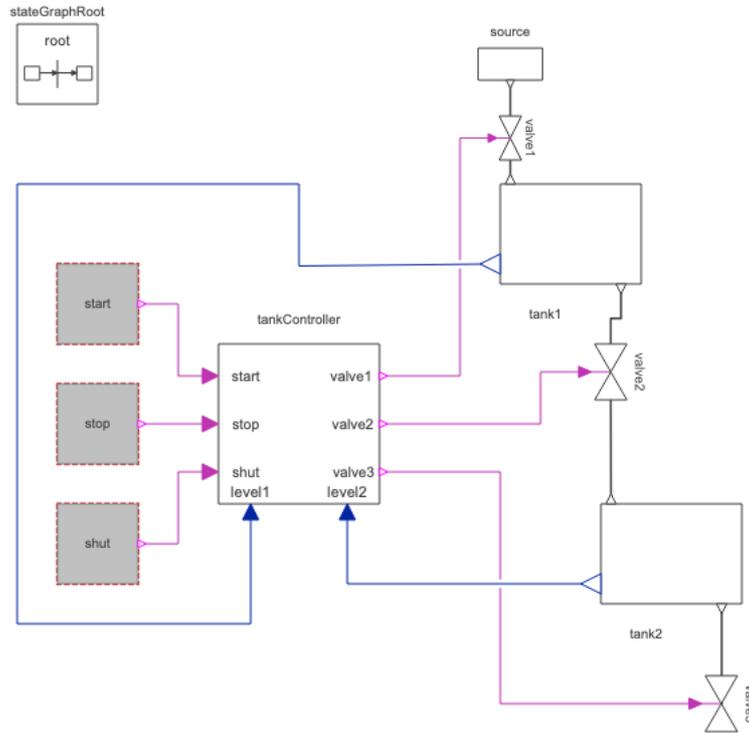
*"S'ils réussissent à passer **la première étape** alors ils auront fait un grand pas".*











La métaphore informatique

Les marchés financiers peuvent être conçus informatiquement.

"Leurs cerveaux fonctionnent comme des ordinateurs".

La métaphore géographique

Les marchés financiers peuvent être conçus géographiquement.

"Ils ne disposent pas d'arrière pays".

La métaphore botanique

Les marchés financiers peuvent être conçus botaniquement.

"C'est une branche majeure de leur système".

La métaphore zoologique

Les marchés financiers peuvent être conçus zoologiquement.

"Ils ont réussi à faire leur nid".

La métaphore écologique

Les marchés financiers peuvent être conçus écologiquement.

"C'est une population d'investisseurs".

Connecteurs

Avant de commencer à construire les entités, la pensée doit définir les informations qui vont être échangées entre les entités.

Le connecteur va être :

```
within ModelicaByExample.Components.LotkaVolterra.Interfaces;
connector Species "Used to represent the population of a specific species"
  Real population "Animal population";
  flow Real rate "Flows that affect animal population";
end Species;
```

Le potentiel est population qui représente le nombre d'investisseurs d'une espèce particulière.

Le flot représente le taux auquel de nouveaux investisseurs entrent l'entité à laquelle ce connecteur est attaché.

Population régionale

Pour suivre la population d'une certaine espèce, on utilise un modèle.

```
within ModelicaByExample.Components.LotkaVolterra.Components;
model RegionalPopulation "Population of animals in a specific region"
  encapsulated type InitializationOptions = enumeration(
    Free "No initial conditions",
    FixedPopulation "Specify initial population",
    SteadyState "Population initially in steady state");
```

Les deux premières lignes sont telles que prévues.

Après cela elle définit un type qualifié de encapsulated.

Cela est nécessaire car le type est défini dans un modèle et non dans un paquet. La règle du simulateur est que si le modélisateur veut référer ce type de l'extérieur de la définition du modèle, la définition de type doit être précédée de encapsulated.

La définition de enumeration définit trois valeurs distinctes.

La première déclaration du modèle est:

```
parameter InitializationOptions init=InitializationOptions.Free
annotation(choicesAllMatching=true);
```

La déclaration suivante est:

```
parameter Real initial_population
annotation(Dialog(group="Initialization",
enable=init==InitializationOptions.FixedPopulation));
```

Le paramètre est utilisé pour représenter la valeur initiale de la population dans la région du début de la simulation.

Cependant, comme on le verra dans la section équations, cette valeur n'est utilisée que si la valeur de `init` est mise à `FixedPopulation`.

Pour cette raison, l'annotation `enable` sur ce paramètre est mise à

```
init==InitializationOptions.FixedPopulation
```

Cette annotation est utilisée pour informer le simulateur de cette relation et utilisée pour construire l'interface utilisateur graphique associée au modèle (un dialogue sur les paramètres).

A noter aussi l'annotation `Dialog` dans la définition de `initial_population`.

Cette annotation permet au modélisateur d'organiser les paramètres en catégories, dans ce cas "Initialisation".

Le simulateur utilise ce genre d'information pour structurer le dialogue des paramètres.

La dernière déclaration publique dans le modèle est pour l'exemplaire de `connector` qui permet l'interaction avec les autres entités.

```
Interfaces.Species species
annotation(Placement(transformation(extent={{-10,90},{10,110}}),
iconTransformation(extent={{-10,90},{10,110}})));
```

La dernière déclaration est:

```
protected
Real population(start=10) = species.population "Population in this region";
```

Cette entité représente le nombre d'investisseurs dans cette région.

Elle a une valeur de départ non nulle pour éviter les solutions triviale de départ.

Cette déclaration égale l'entité locale `population` avec la valeur du potentiel sur le connecteur `species, species.population`.

En effet, l'entité `population` est un alias pour `species.population`.

Regardons maintenant les équations de comportement du modèle `RegionalPopulation`.

```

        initial equation
    if init==InitializationOptions.FixedPopulation then
        population = initial_population;
    elseif init==InitializationOptions.SteadyState then
        der(population) = 0;
    else
        end if;
    equation
        der(population) = species.rate;
assert(population>=0, "Population must be greater than or equal to zero");
end RegionalPopulation;

```

initial equation démontre la signification que la valeur du paramètre `init` a sur le comportement de cette entité.

Dans le cas où la valeur `init` est égale à `FixedPopulation` dans l'énumération `InitializationOptions`, une équation est introduite spécifiant que la valeur de `population` au début de la simulation est égale au paramètre `initial_population`.

Si en revanche la valeur de `init` est égale à la valeur `SteadyState` de l'énumération, alors une équation est introduite spécifiant que le taux de changement de la population au début de la population doit être nul.

Si `init` est égal à `Free`, la dernière possibilité restante, aucune équation initiale n'est introduite.

Dans la section `equation`, le taux auquel la population change est égal au flot sur le connecteur `species`, `species.rate`.

De nouveau, la convention de sens positive signifie un flot dans l'entité, augmentant la population dans une région.

Ce modèle a une `Icon` annotation associée à la définition du modèle.

Reproduction

Le premier phénomène à comprendre est la reproduction.

La croissance d'une population due à la reproduction est proportionnelle au nombre d'investisseurs de cette espèce dans une région donnée, ce qui donne:

```

within ModelicaByExample.Components.LotkaVolterra.Components;
    model Reproduction "Model of reproduction"
        extends Interfaces.SinkOrSource;
        parameter Real alpha "Birth rate proportionality constant";
        equation
    growth = alpha*species.population "Growth is proportional to population";

```

```
end Reproduction;
```

alpha est une constante de proportionnalité.

Le modèle SinkOrSource est le point de départ de tout modèle qui soit crée soit détruit des investisseurs dans une population:

```
within ModelicaByExample.Components.LotkaVolterra.Interfaces;
partial model SinkOrSource "Used to describe single species effects"
  Species species
  annotation (Placement(transformation(extent={{-10,90},{10,110}})));
  protected
    Real growth "Growth in the population (if positive)";
    Real decline "Decline in the population (if positive)";
  equation
    decline = -growth;
    species.rate = decline;
  end SinkOrSource;
```

Pour comprendre ces équations il faut comprendre que tout modèle qui extend depuis SinkOrSource sera généralement connecté à un exemplaire de RegionalPopulation **mais n'est pas lui-même un RegionalPopulation modèle.**

Cela signifie que le flot species.rate d'une telle entité est positif et aura comme effet de tirer des investisseurs hors du modèle RegionalPopulation .

Considérer le SinkOrSource modèle de cette manière, permet de voir que la variable decline est simplement un alias de species.rate.

En d'autres mots, quand decline a une valeur positive species.rate aura une valeur positive et donc tout RegionalPopulation à laquelle cet exemplaire de SinkOrSource est connecté souffrira un drain de population.

Réciproquement, growth est positive quand species.rate est négative.

Dans ce cas, le RegionalPopulation connecté verra un augmentation de la population de l'espèce.

En définissant le SinkOrSource modèle et en héritant de lui, la complexité est cachée.

Comme conséquence, des modèles comme Reproduction peuvent avoir des équations qui rendent son comportement plus intuitif, par exemple:

```
growth = alpha*species.population
```

Mort

Tout comme le modèle `Reproduction`, le modèle `Starvation` hérite du modèle `SinkOrSource`.

Mais son comportement par rapport à la variable `decline` est le suivant:

```
within ModelicaByExample.Components.LotkaVolterra.Components;
  model Starvation "Model of starvation"
    extends Interfaces.SinkOrSource;
    parameter Real gamma "Starvation coefficient";
    equation
      decline = gamma*species.population
    "Decline is proportional to population (competition)";
  end Starvation;
```

Predation

Le dernier effet à considérer est celui de la predation.

Rappelons la confusion de sens possible avec le modèle `xxx`.

Le modèle `SinkOrSource` a été conçu pour interagir seulement avec une seule `RegionalPopulation` puisqu'il n'a qu'un `Species` connecteur.

Pour éviter la même confusion de sens possible pour des interactions impliquant deux populations régionales, le modèle `partial` suivant `Interaction` a été défini:

```
within ModelicaByExample.Components.LotkaVolterra.Interfaces;
partial model Interaction "Used to describe interactions between two
  species"
  Species a "Species A"
  annotation (Placement(transformation(extent={{-110,-10},{-90,10}})));
  Species b "Species B"
  annotation (Placement(transformation(extent={{90,-10},{110,10}})));
  protected
    Real a_growth "Growth in population of species A (if positive)";
    Real a_decline "Decline in population of species A (if positive)";
    Real b_growth "Growth in population of species B (if positive)";
    Real b_decline "Decline in population of species B (if positive)";
  equation
    a_decline = -a_growth;
    a.rate = a_decline;
    b_decline = -b_growth;
    b.rate = b_decline;
  end Interaction;
```

Il contient à nouveau les variables de croissance et de déclin.

Mais cette fois il y a deux version de chaque: l'une est associée au connecteur `a`, l'autre au connecteur `b`.

En utilisant ces définitions:

```
within ModelicaByExample.Components.LotkaVolterra.Components;
  model Predation "Model of predation"
```

```

    extends Interfaces.Interaction;
    parameter Real beta "Prey (Species A) consumed";
    parameter Real delta "Predators (Species B) fed";
    equation
    b_growth = delta*a.population*b.population;
    a_decline = beta*a.population*b.population;
    end Predation;

```

Ce modèle capture les effets que la croissance de la population dans b est proportionnelle au produit des populations de prédateur et de proie, bien qu'avec une constante de proportionnalité différente.

Le modèle yyy est asymétrique. Le b connecteur doit être relié à la population de prédateurs et le a connecteur doit être connecté à la population de proies.

Cette asymétrie est renforcée par l'asymétrie de l'icône elle-même.

Systeme classique

On voit que le modèle Starvation est connecté à la population foxes.

Le modèle Reproduction est connecté aux deux population avec le connecteur proie connecté aux rabbits et le connecteur prédateur connecté aux foxes.

Introduction d'une troisième espèce

```

    within ModelicaByExample.Components.LotkaVolterra.Examples;
    model ThirdSpecies "Adding a third species to Lotka-Volterra"
    import
    ModelicaByExample.Components.LotkaVolterra.Components.RegionalPopulation.In
    itializationOptions.FixedPopulation;
    extends ClassicLotkaVolterra(rabbits(initial_population=25),
    foxes(initial_population=2));
    Components.RegionalPopulation wolves(init=FixedPopulation,
    initial_population=4)
    annotation ...
    Components.Starvation wolf_starvation(gamma=0.4)
    annotation ...
    Components.Predation wolf_predation(beta=0.04, delta=0.08) "Wolves eating
    Foxes"
    annotation ...
    Components.Predation wolf_rabbit_predation(beta=0.02, delta=0.01) "Wolves
    eating rabbits"
    annotation ...
    equation
    connect(wolf_predation.b, wolves.species) annotation ...
    connect(wolf_rabbit_predation.a, rabbits.species) annotation ...
    connect(wolf_predation.a, foxes.species) annotation ...
    connect(wolf_starvation.species, wolves.species) annotation ...
    connect(wolves.species, wolf_rabbit_predation.b) annotation ...
    annotation ...

```

end

Migration

```

within ModelicaByExample.Subsystems.LotkaVolterra.Components;
model Migration "Simple 'diffusion' based model of migration"
parameter Real rabbit_migration=0.001 "Rabbit migration rate";
parameter Real fox_migration=0.005 "Fox migration rate";
ModelicaByExample.Components.LotkaVolterra.Interfaces.Species rabbit_a
  "Rabbit population in Region A"
  annotation ...
ModelicaByExample.Components.LotkaVolterra.Interfaces.Species rabbit_b
  "Rabbit population in Region B"
  annotation ...
ModelicaByExample.Components.LotkaVolterra.Interfaces.Species fox_a
  "Fox population in Region A"
  annotation ...
ModelicaByExample.Components.LotkaVolterra.Interfaces.Species fox_b
  "Fox population in Region B"
  annotation ...
equation
rabbit_a.rate = (rabbit_a.population-rabbit_b.population)*rabbit_migration;
rabbit_a.rate + rabbit_b.rate = 0 "Conservation of rabbits";
fox_a.rate = (fox_a.population-fox_b.population)*fox_migration;
fox_a.rate + fox_b.rate = 0 "Conservation of foxes";
annotation ...
end Migration;

```

Ce modèle examine les populations des rabbits et foxes dans les régions connectées et spécifie un taux de migration à la différence de population entre les régions.

En d'autres mots, s'il y a plus de lapins dans une région que dans une autre, les lapins vont bouger d'une région très peuplée vers une région moins peuplée.

C'est un modèle de diffusion de la migration.

On peut connecter les régions:

```

within ModelicaByExample.Subsystems.LotkaVolterra.Examples;
model WithMigration "Connect populations by migration"
  extends InitiallyDifferent;
Components.Migration migrate_AB "Migration from region A to region B"
  annotation ...
Components.Migration migrate_BC "Migration from region B to region C"
  annotation ...
Components.Migration migrate_CD "Migration from region C to region D"
  annotation ...
equation
connect(migrate_CD.rabbit_b, D.rabbits) annotation ...
connect(migrate_CD.rabbit_a, C.rabbits) annotation ...
connect(migrate_BC.rabbit_b, C.rabbits) annotation ...
connect(migrate_CD.fox_b, D.foxes) annotation ...
connect(migrate_BC.fox_b, C.foxes) annotation ...
connect(migrate_CD.fox_a, C.foxes) annotation ...

```

```
    connect(migrate_BC.fox_a, B.foxes) annotation ...  
connect(migrate_BC.rabbit_a, B.rabbits) annotation ...  
    connect(migrate_AB.fox_b, B.foxes) annotation ...  
connect(migrate_AB.rabbit_b, B.rabbits) annotation ...  
    connect(migrate_AB.fox_a, A.foxes) annotation ...  
connect(migrate_AB.rabbit_a, A.rabbits) annotation ...  
    end WithMigration;
```

La métaphore diététique

"La mayonnaise est en train de prendre".