



Manuel pour C-Model

Plan du manuel

1.	Présentation	3
2.	Premier contact	4
2.1.	Accès au serveur	4
2.2.	Ouvrir c-Model	7
2.3.	Après ouverture.....	9
2.4.	Entités	10
2.5.	Copier-coller relationnel	15
2.6.	Autres schémas d'ouverture de C-Model	18
3.	Conception	19
3.1.	Cycle général d'utilisation	19
3.2.	Plus de schémas d'ouverture.....	20
3.3.	Upload et download	22
3.4.	Conception et construction	23
3.5.	Fonctionnalités de conception d'un modèle minimal	25
3.6.	Fonctionnalités de construction d'un modèle	29
4.	Conception détaillée.....	38
4.1.	Emboîtement	38
4.2.	Masquage	39
4.3.	Chaînage hyper cube	40
4.4.	Autres paramétrages.....	42
4.5.	Notation symbolique	42



1. Présentation

C-Model est un outil de modélisation en mode Saas pour la préparation, la promotion et le suivi des décisions. Il est utilisé pour la planification stratégique, la gestion des investissements financiers, la gestion des contrats complexes, les portefeuilles de projets, la planification des ressources humaines, la gestion des systèmes techniques complexes, etc.

Comme tout outil (football, surf, perceuse, etc.) C-Model demande l'apprentissage de :

- gestes de base (maîtrise de la balle, de l'équilibre, de l'effort, etc.)
- leur combinaison en fonction d'un objectif (marquer un but, aller dans une direction, percer un trou, etc.)

Le copier-coller relationnel programmé est la technique constitutive de C-Model. C'est une méthode générique pour la duplication d'une sélection d'éléments d'un système et de leurs relations quels qu'ils soient et quelques soient leurs relations. Cette méthode est expliquée en détail dans les autres manuels. Elle fait l'objet d'un brevet déposé par interSyntax.

Cette présentation :

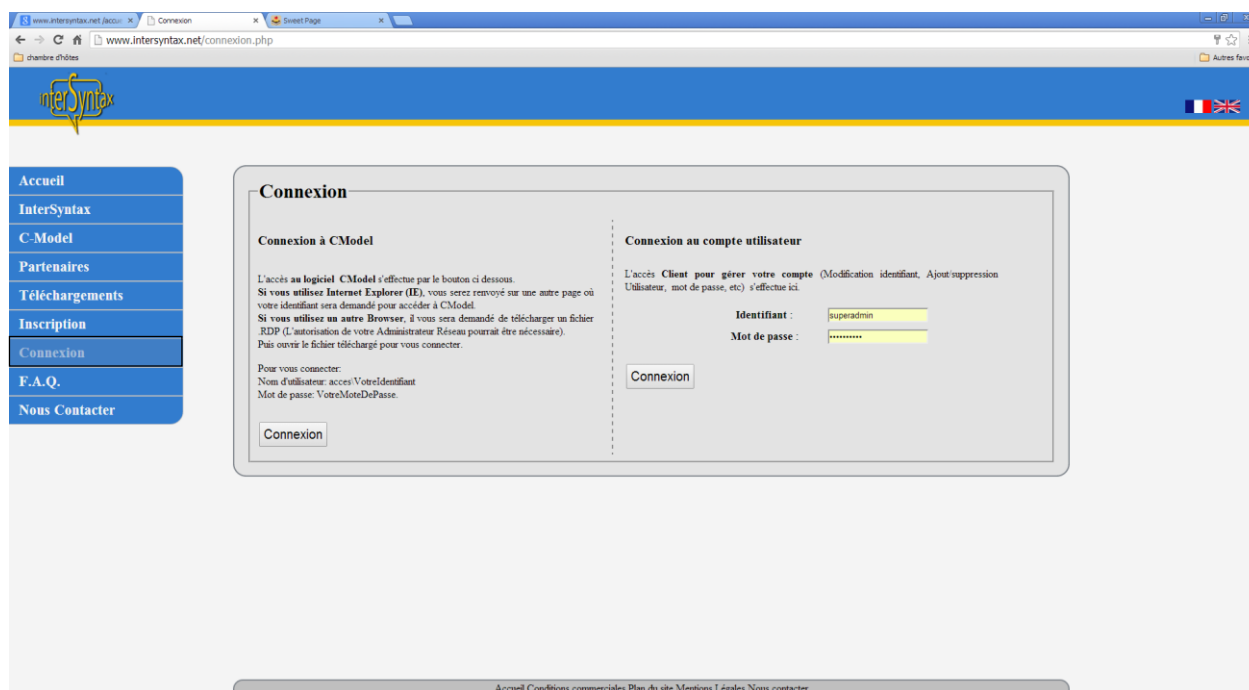
- explique le geste de base de C-Model : le **copier-coller relationnel** programmé
- est destinée aux utilisateurs déjà familiers avec la modélisation sous Excel

Le niveau de l'offre interSyntax concerné par ce document ici est le niveau 1 : « efficacité ». Les autres niveaux de l'offre en cours de préparation utiliseront aussi profit du copier-coller relationnel et apporteront plus de performance en modélisation

2. Premier contact

2.1. Accès au serveur

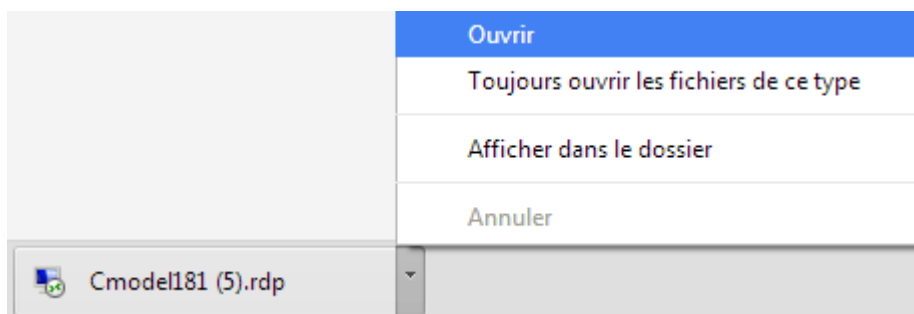
Par la page connexion du site



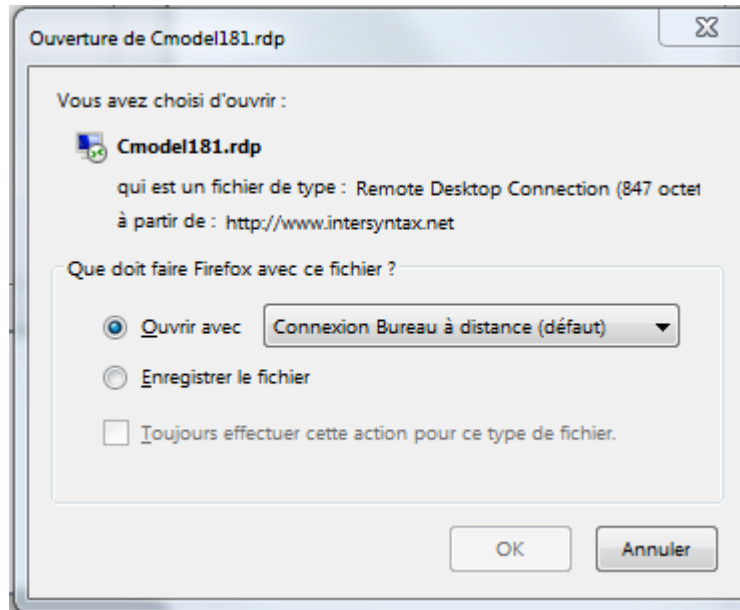
Puis cliquez sur le bouton de connexion à c-Model

Si vous utilisez Chrome et Firefox vous devrez alors ouvrir en plus l' application cmodel181.rdp :

- Pour Chrome : en bas et à gauche :

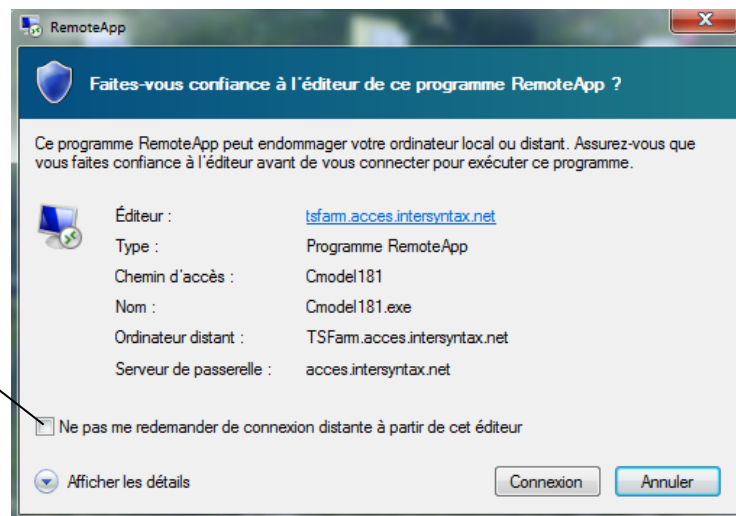


- Pour Firefox : en bas à droite :

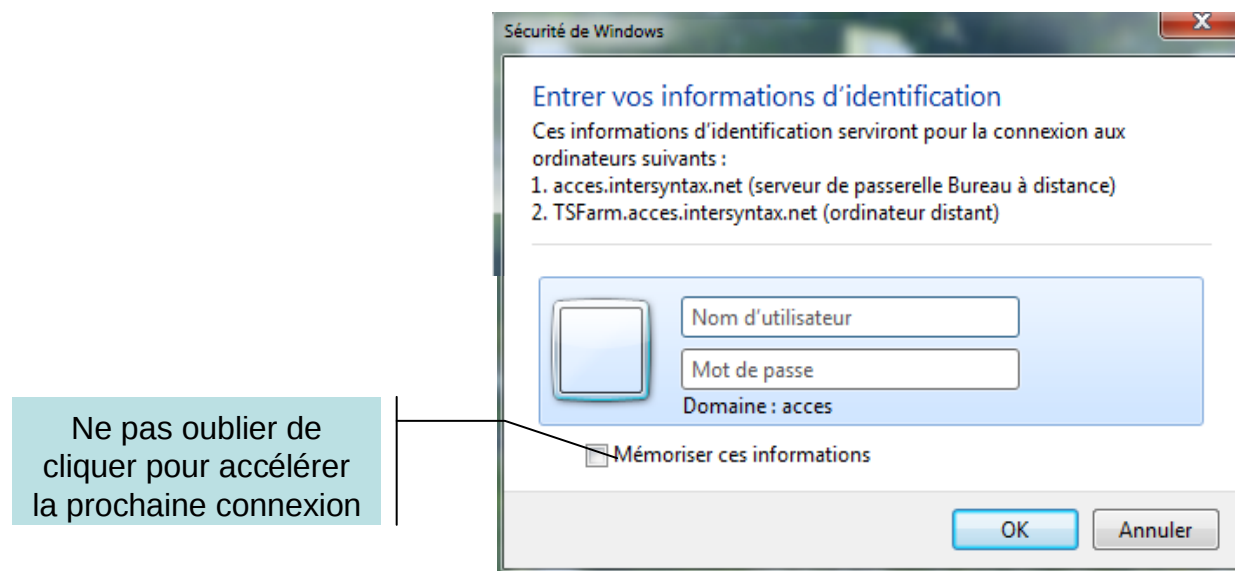


A la première connexion les fenêtres suivantes s'ouvrent :

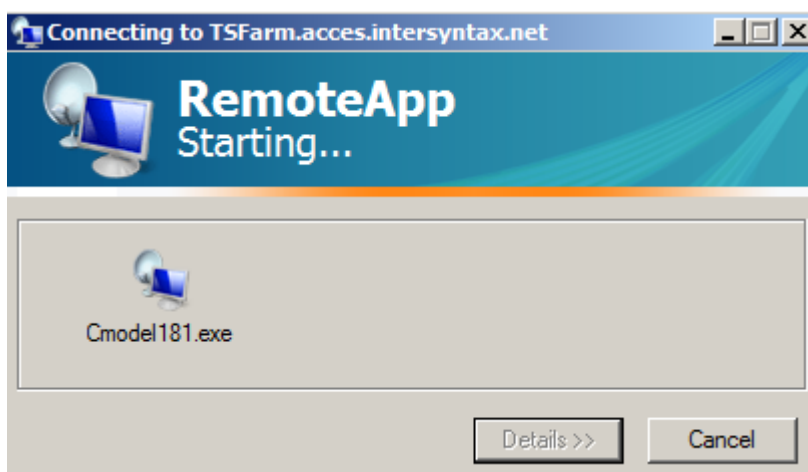
Ne pas oublier de cliquer
pour accélérer la
prochaine connexion



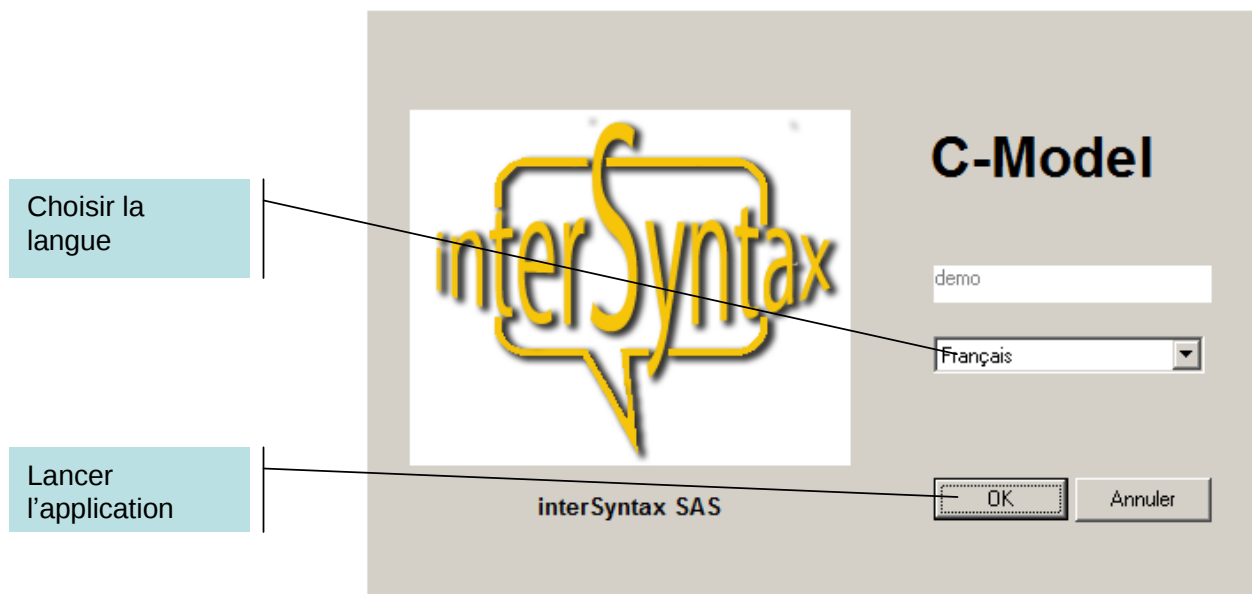
Puis renseignez votre mot de passe et login :



Puis l'ouverture commence : attention cette étape prend environ 20 secondes si c'est une nouvelle session à cause de la préparation du serveur que cela implique. Sinon, lorsqu'il s'agit d'une réouverture moins d'une heure avant la session précédente, elle ne prend que quelques secondes.

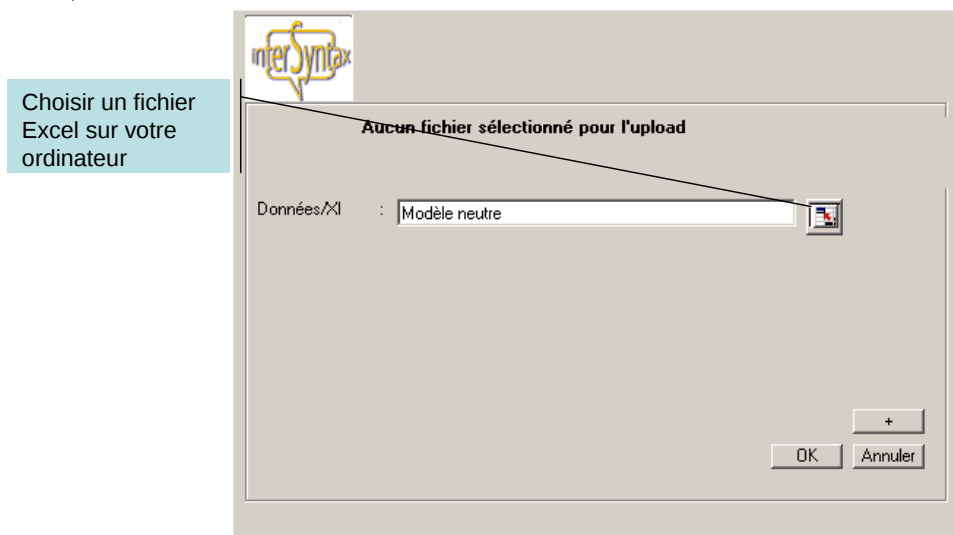


Accès à C-Model

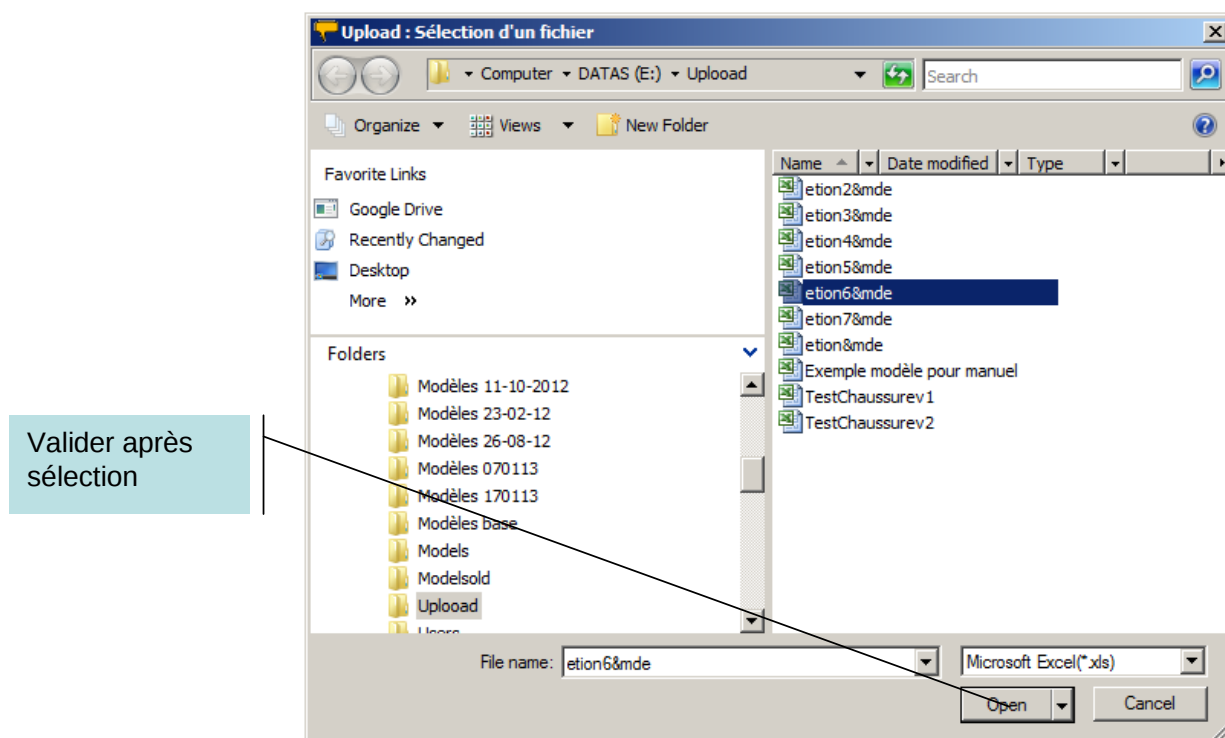


2.2. Ouvrir c-Model

A la première ouverture, le serveur ne dispose d'aucun fichier. Vous avez alors le choix entre créer votre modèle directement sur le serveur (dans ce cas cliquez directement sur « OK ») ou de le créer à partir d'un fichier existant sur votre poste de travail (cliquez sur le bouton au milieu et à droite)



Interface pour sélectionner un fichier sur votre poste de travail. A son ouverture la fenêtre s'ouvre par défaut sur C:\users.



2.3. Après ouverture

Lors de l'ouverture d'un fichier uploadé, le logiciel lit les données. Après ouverture la vue « Données » s'affiche. Elle permet de paramétrer les « décisions » à l'aide de l'interface de conception (ici en bas à gauche)

Déprotection de l'édition des formules

Affichage formulaire conception

Mode édition formules variablemde

Affichage arborescence

Fenêtre d'arborescence

Formulaire de conception pour paramétrer les entités

Menu des fonctions d'édition de la vue Donnée (sur click droit)

Ajout d'une fonction variablemde (voir manuels suivant)

	A	B	C
1			
2	Imprimeries	2525	2525
3	Gamme	Total	Panorama
4	Imprimerie 1	2525	2525
5			
6	Imprimerie 1		
7	Gamme	Total	Panorama
8	Coût total de fabrication par n°	2525	2525
9	Coûts fixes d'impression	2000	2000
10			
11	Coûts variables/1000	1050	1050
12	Gamme	Total	Panorama
13	Coût équipe 1/1000	1050	1050
14			
15	Effectif	10	10
16	Salaire unitaire	100	100
17	Frais divers	50	50
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			

2.4. Entités

Sur c-Model, l'élément de base est l'entité. Elle représente un composant de l'organisme que l'on souhaite modéliser. Ce composant est par exemple : une usine, une offre de prestation de service, un point de vente, etc.

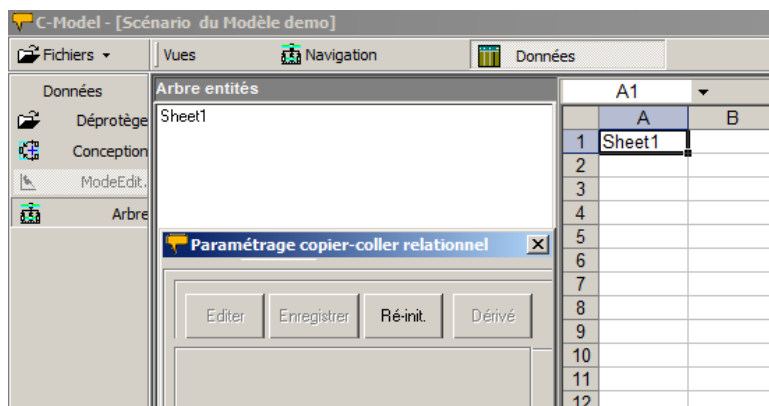
Nous verrons plus loin que les entités peuvent être organisées par emboîtement. Par exemple : une entreprise comprend une direction de vente et une direction de production et la direction de production comprend plusieurs usines (représentation par la fenêtre d'arborescence = « arbre d'entité »)

Les entités sont définies puis gérées sur la vue « Données » (utilise un composant Excel) de c-Model avec le formulaire de conception; elles sont composées de deux ou plusieurs lignes entières.

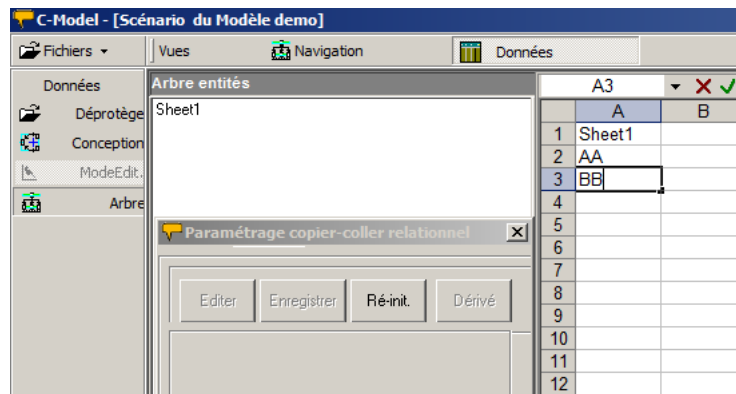
De manière habituelle les modèles sur tableurs possèdent des formules, mais dans l'exemple qui va suivre et pour illustrer les notions d'entités et de leur duplication de la manière la plus simple, nous présentons ici des entités composées d'une seule cellule et dépourvue de formule. Des exemples avec formules sont présentés plus loin à propos du copier-coller relationnel.

Créer et gérer une entité avec le formulaire de conception

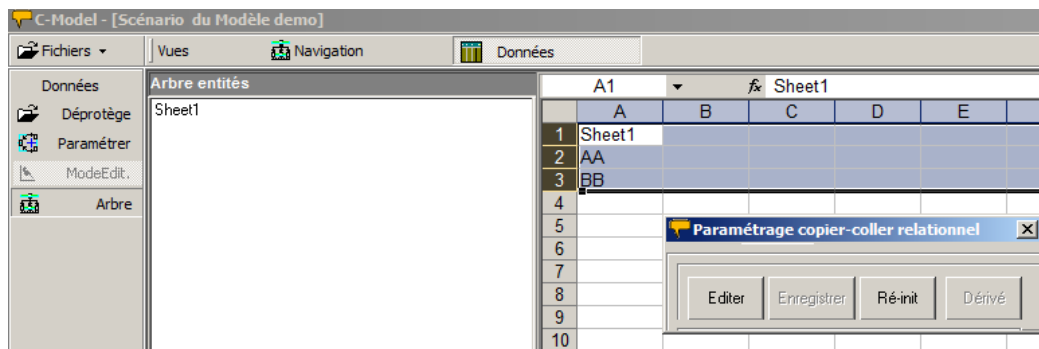
Ouvrir un nouveau modèle. Choisir modèle blanc (sans upload). Le formulaire de conception apparaît en bas et à gauche de l'écran. Il est déplaçable sur l'écran avec la souris.



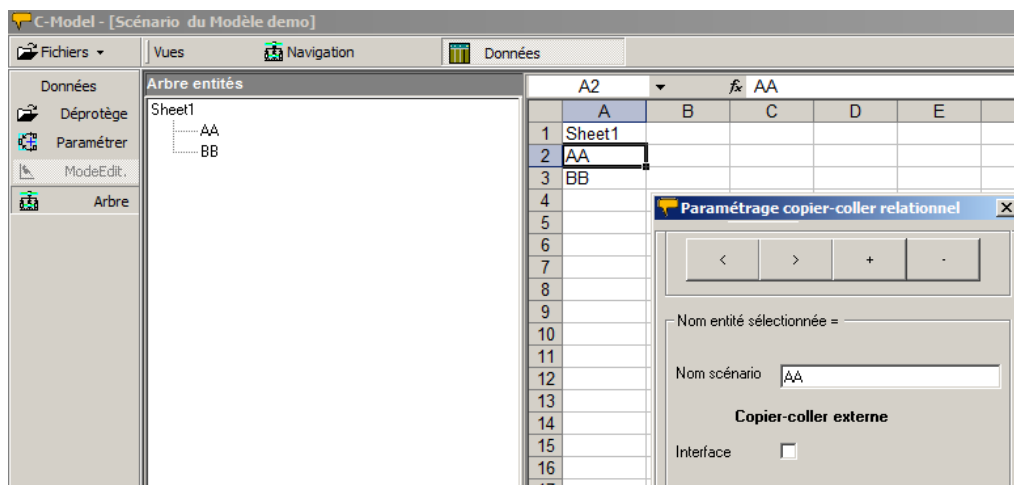
Ajouter du texte sur les deuxième et troisième lignes de la première colonne (deux lettres au moins) :



Sélectionner toutes les lignes entières (click gauche en restant sur la marge d'Excel) ; le formulaire de conception se recentre :



Cliquer sur le bouton « éditer » : l'arbre d'entité (arborescence d'entité) comprend maintenant les lignes 2 et 3 suivantes et :



D'une manière générale l'outil éditer crée des entités en vérifiant que la première ligne est de rang supérieur aux lignes suivantes, plus précisément en :

- appliquant un décalage d'un rang aux lignes qui sont de même rang que la même ligne,
- respectant le décalage des autres lignes (qui sont et restent alors de rang inférieur)

Cet outil permet de sculpter toute arborescence souhaitable par sa combinaison avec un jeu de diverses sélections de lignes.

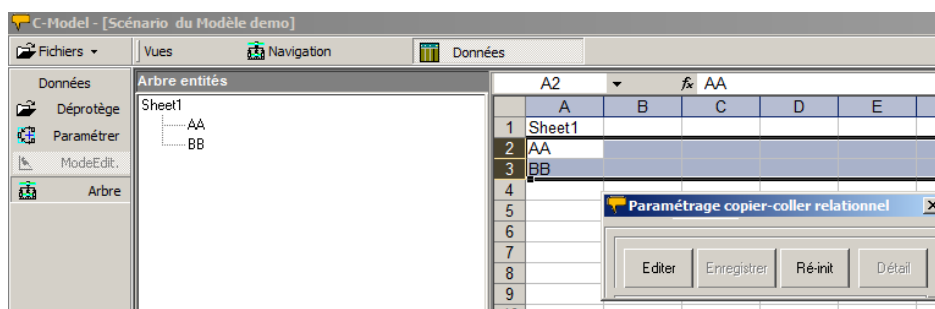
Le formulaire de conception s'est alors agrandi et fait apparaître de nouvelles commandes. En haut, les boutons « < » et « > » apportent une souplesse supplémentaire à la définition de l'arborescence en permettant de décaler d'un rang en plus ou en moins les entités en cours de sélection. Les boutons « - » et « + » permettent de masquer ou de démasquer les lignes inférieures de l'entité en cours de sélection.

Les boutons du bas (interface, etc..) sont présentés plus loin dans ce manuel

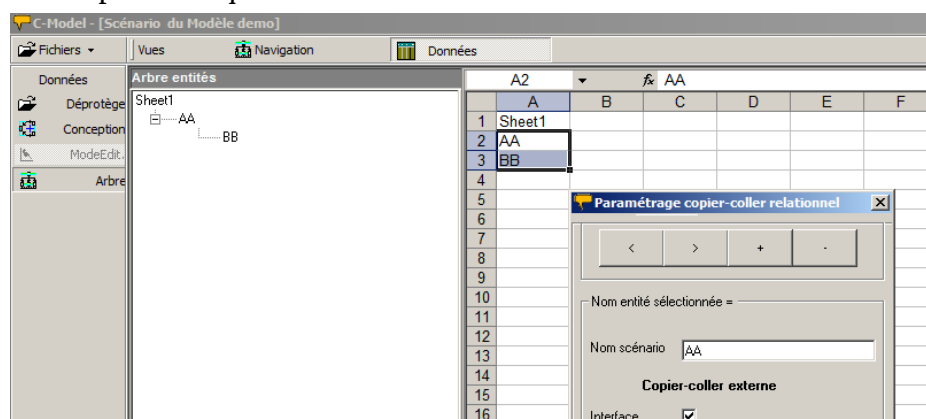
Valider vos choix par le bouton OK (situé en bas du formulaire de conception et non visible ici). L'entité est créée sur l'application, mais non encore enregistrée.

Programmation d'un copier-coller simple

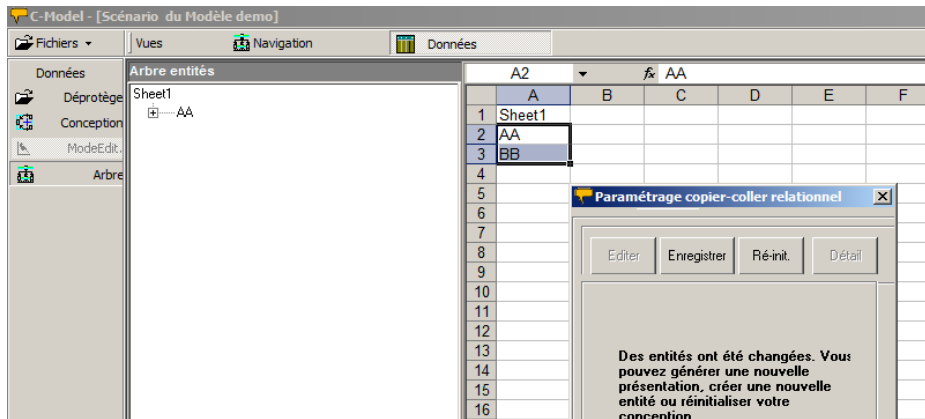
Vous pouvez créer une entité composée des lignes AA et BB. Sélectionner les deux lignes concernées et « éditez » sur le formulaire de conception.



Vous pouvez alors programmer un copier-coller sur cette entité en validant la création d'une interface par un clic sur la case « interface ».

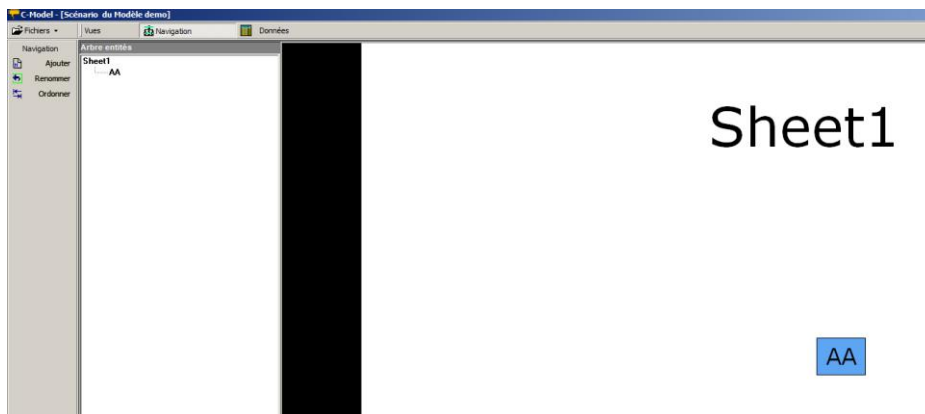


Cliquer sur « Enregistrer » et la duplication est programmée

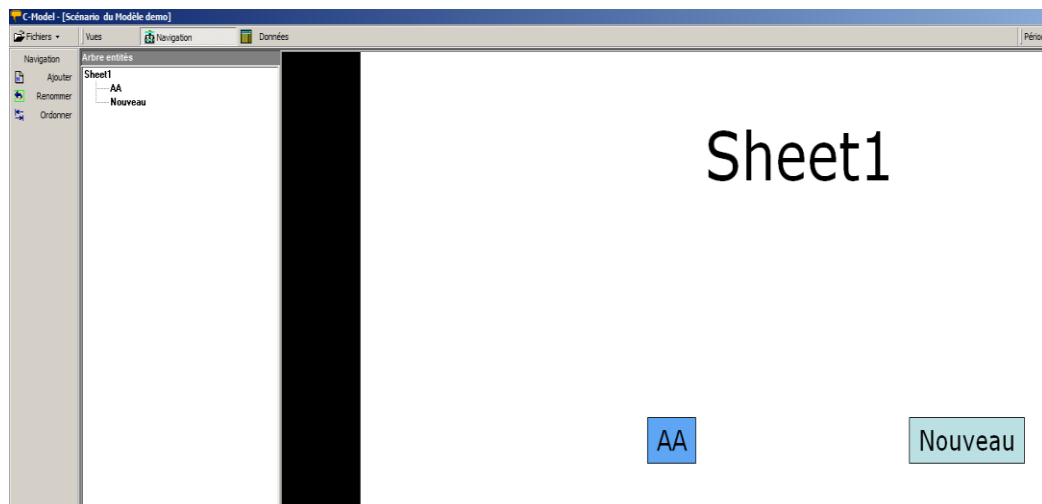


Le bouton Navigation est alors activé (barre verticale au dessus) et un clique dessus fait apparaître une interface de commande avec des boutons dans une barre de menu à gauche.

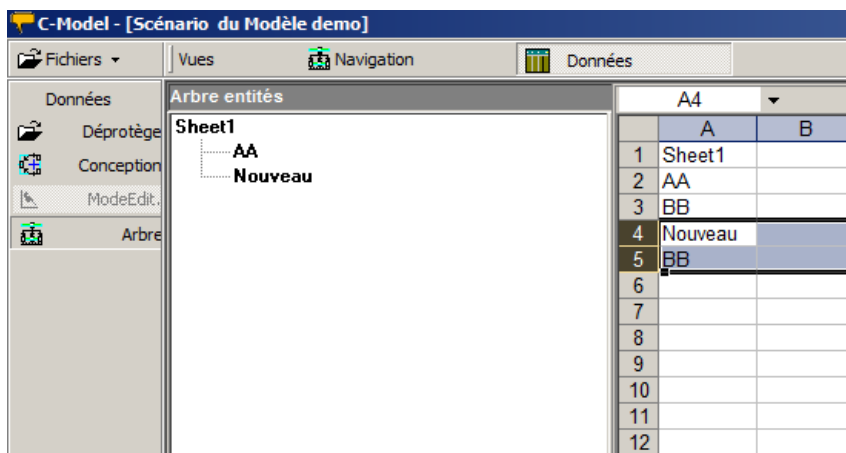
Lorsqu'on sélectionne sur la vue la forme du nom de l'entité (ici AA) le bouton « ajouter » s'affiche sur la barre de menu à gauche.



Cliquer dessus, entrez un nom pour la nouvelle entité et bientôt une nouvelle forme se met en place.



La duplication est réalisée comme on peut l'apercevoir en revenant sur la vue données



A ce stade il ne s'agit que d'un simple copier-coller classique qui ne concerne que des cellules et pas de formules. Plus loin nous verrons comment les formules sont traitées par le copier-coller relationnel, ses différentes sortes et ses différents chaînages. Cette manœuvre qui semble un peu simple au début devient rapidement intuitive et donne accès à une plateforme complète pour la création rapide et fiable de modèles élaborés.

2.5. Copier-coller relationnel

Le copier-coller relationnel est la technologie qui sous-tend c-Model. Elle consiste en une forme de duplication d' « entités » s'appliquant à leurs éléments (cellules pour Excel) mais aussi à leurs relations (formules pour Excel).

Créer une entité avec relations

Pour créer une entité :

- Sélectionnez plusieurs lignes complètes (click gauche en suivant la marge gauche du tableur)
- Cliquez sur éditer dans le formulaire de conception qui se centre sur la vue
- L'entité est créée et le formulaire propose une nouvelle interface

Sélection lignes

	A	B	C	D	E	F
1						
2	Imprimeries	2525	2525			
3	Gamme	Total	Panorama			
4	Imprimerie1	2525	2525			
5						
6	Imprimerie 1					
7	Gamme	Total	Panorama			
8	Coût total de fabrication par n	2525	2525			
9	Coûts fixes d'impression	2000	2000			
10						
11	Coûts variables/1000	1050	105			
12	Gamme	Total	Panorama			
13	Coût équipe 1/1000	1050	105			
14						
15	Effectif	10	1			
16	Salaire unitaire	100	10			
17	Frais divers	50	5			
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						

Une fois l'entité créée, l'arbre des entités est modifié en conséquence

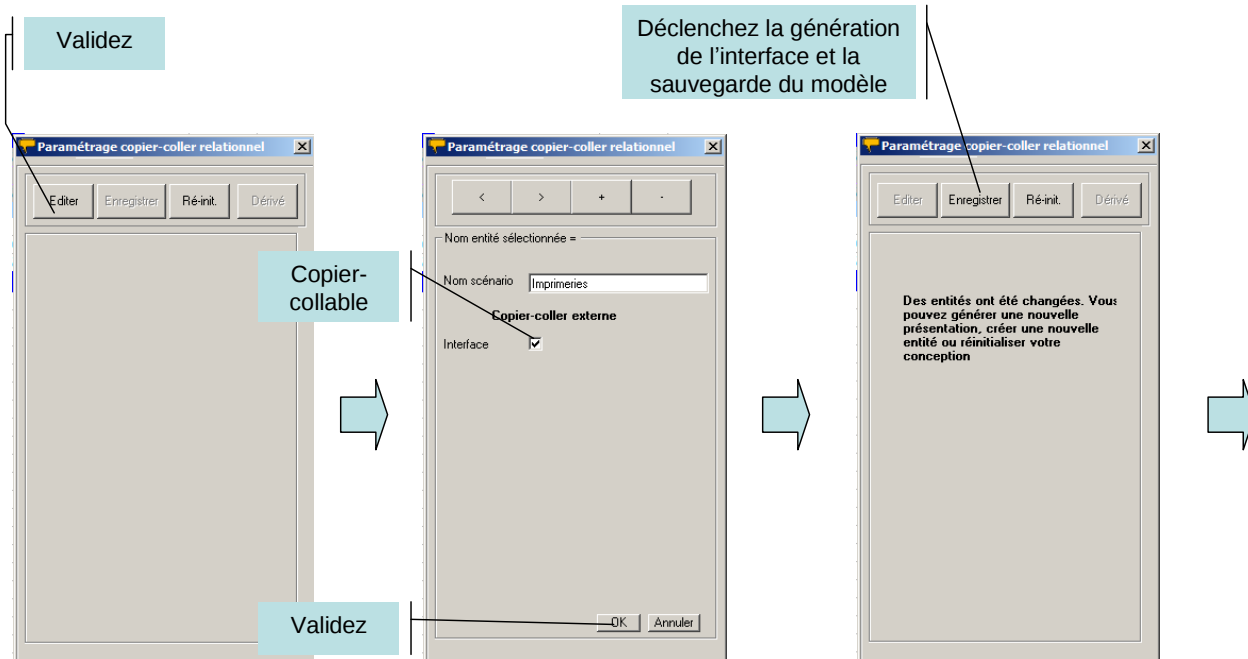
Trace sur l'arbre des entités

Arbre entités

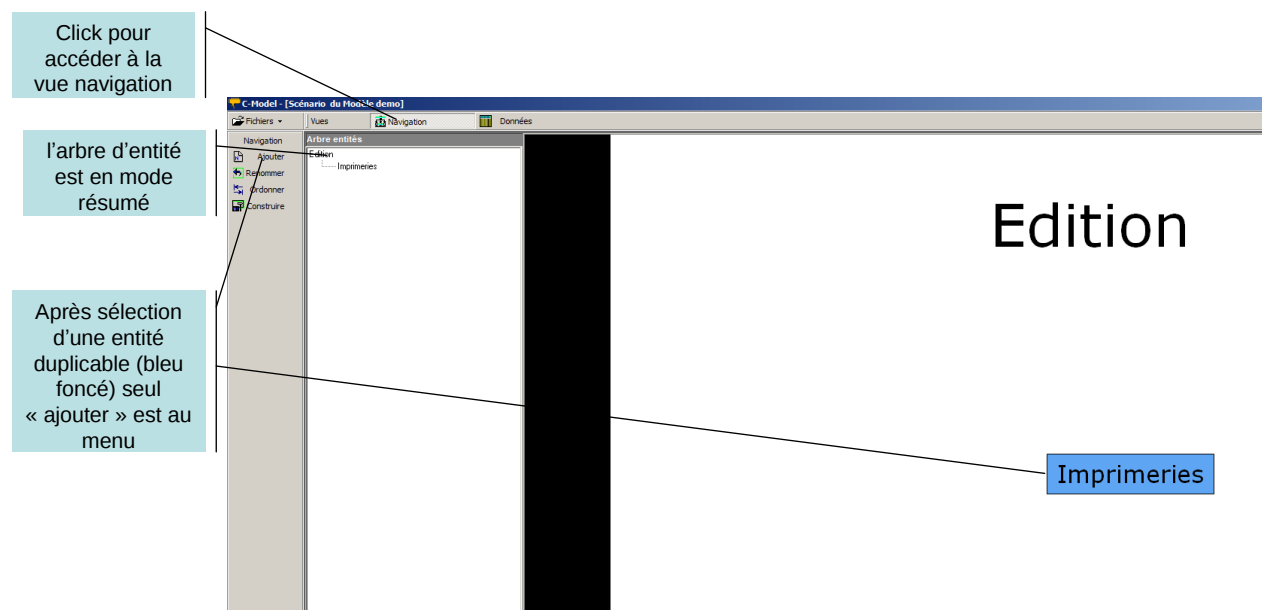
- Imprimeries
 - Gamme
 - Imprimerie1

Programmer un copier-coller relationnel

Pour la première entité d'un modèle, l'interface se présente de manière simplifiée si la sélection possède trois lignes et plus (dans le cas d'une sélection de deux lignes seulement ce qui est expliqué reste valable sauf que l'interface montre d'autres choix discutés plus loin). La programmation d'un copier-coller relationnel se fait alors de la manière suivante :

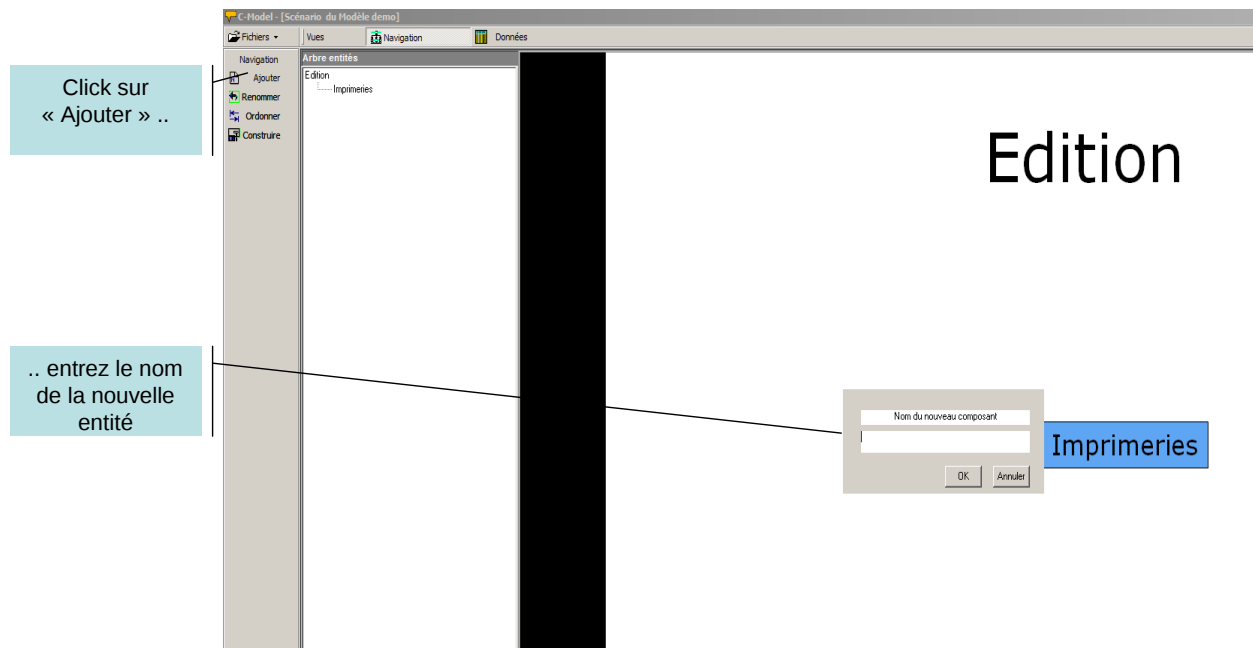


Après quoi, apparaît sur l'interface navigation (click sur la barre supérieure bouton Navigation) l'interface pour actionner le copier-coller relationnel qui vient d'être programmé

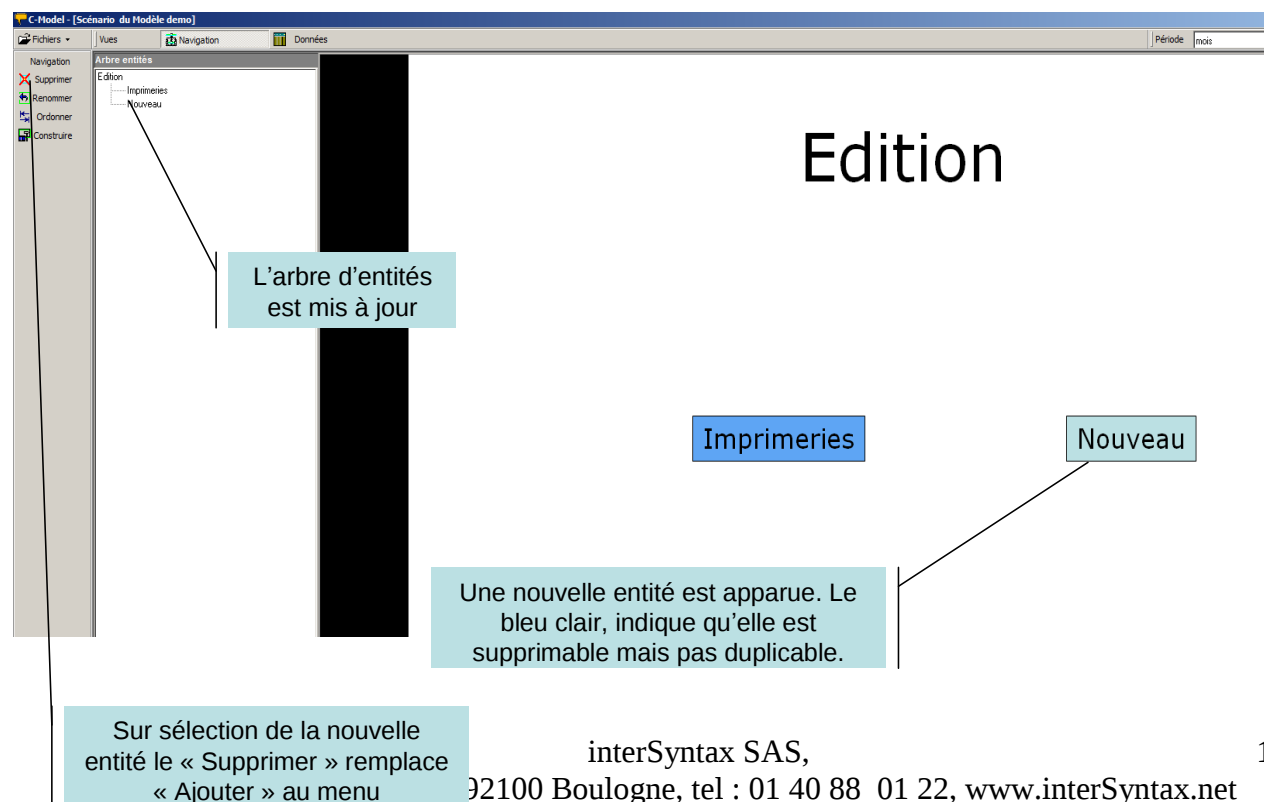


Réalisation d'un copier-coller relationnel

Après sélection de l'entité et click sur le bouton « ajouter » :



Une nouvelle forme apparaît sur l'interface et ...



..l'entité a été dupliquée sur la vue « Données »

Une nouvelle entité dérivée de l'entité initiale apparaît dans de nouvelles lignes

Les formules sont mises à jour

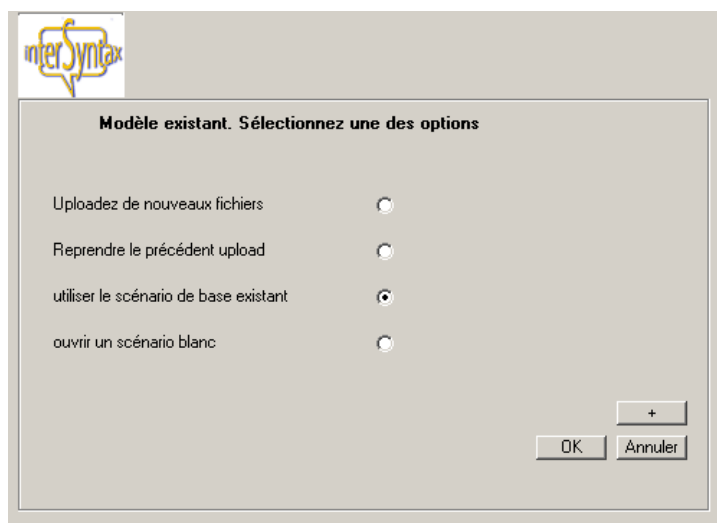
	A	B	C	D
1				
2	Imprimeries	2525	2525	
3	Gamme	Total	Panorama	
4	Imprimerie1	2525	2525	
5				
6	Nouveau	2525	2525	
7	Gamme	Total	Panorama	
8	Imprimerie1	2525	2525	
9				
10	Imprimerie 1			
11	Gamme	Total	Panorama	
12	Coût total de fabrication par page	2525	2525	
13	Coûts fixes d'impression	2000	2000	
14				
15	Coûts variables/1000	1050	1050	
16	Gamme	Total	Panorama	
17	Coût équipe 1/1000	1050	1050	
18				
19	Effectif	10	10	
20	Salaires unitaire	100	100	
21	Frais divers	50	50	
22				
23				
24				
25				
26				

2.6. Autres schémas d'ouverture de C-Model

Après une première utilisation, la fenêtre ci-dessous s'affiche et offre d'autres schémas d'ouverture :

- Pour reconstituer l'expérience de première utilisation cliquez sur « Uploadez de nouveaux fichiers » puis OK
- Sinon cliquez sur OK et l'ouverture de votre ancien fichier se fera directement.

Les deux autres schémas ont déjà été présentés plus haut.



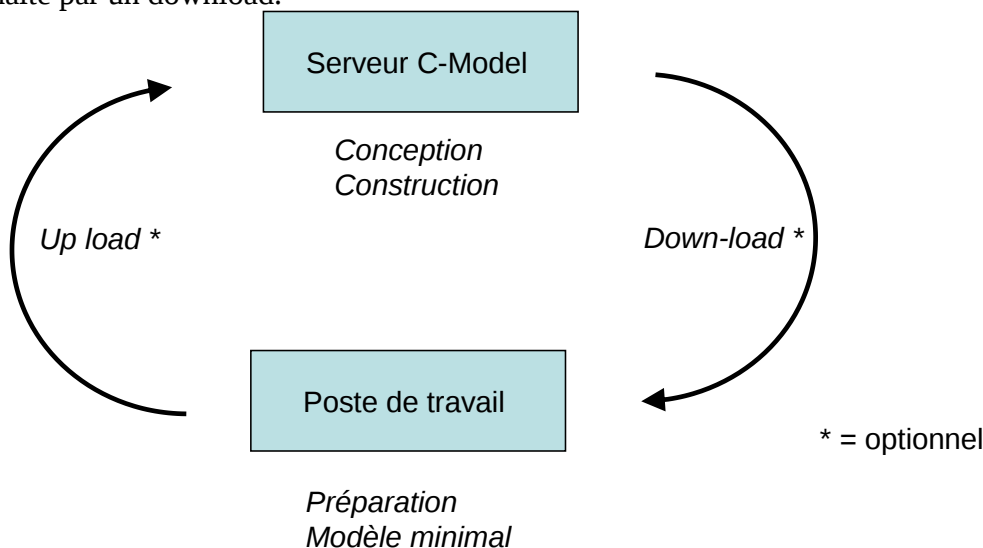
3. Conception

3.1. Cycle général d'utilisation

Avant d'utiliser C-Model, il peut être plus pratique de préparer sur son poste de travail un modèle minimal sur Excel issu de la conception préalable du modèle. Il contient tout ou partie des blocks de cellules dont la duplication permettra la constitution du modèle complet.

Ce modèle minimal pourra cependant être parachevé ou créé directement sur C-Model

Une fois le modèle minimal (éventuellement) chargé et édité le travail de conception/construction proprement dit pourra débuter sur le serveur, pour se conclure si l'on souhaite par un download.

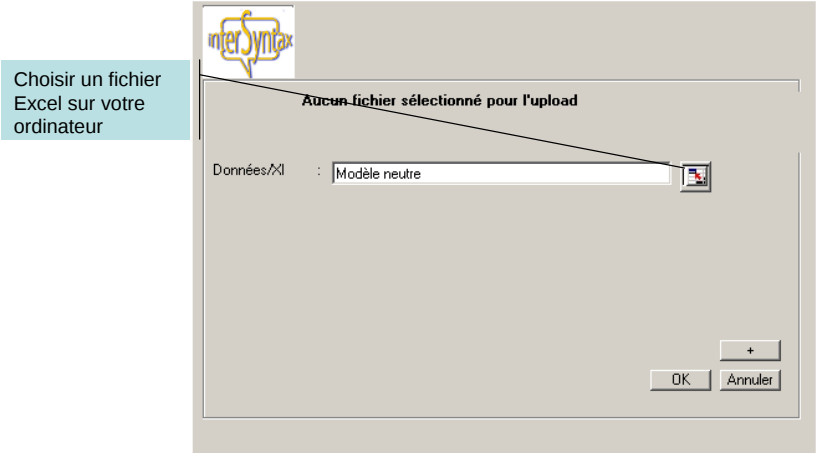


C-Model propose un environnement complet de fonctionnalités pour la modélisation. Les plus importantes d'entre elles sont présentées et expliquées ci après :

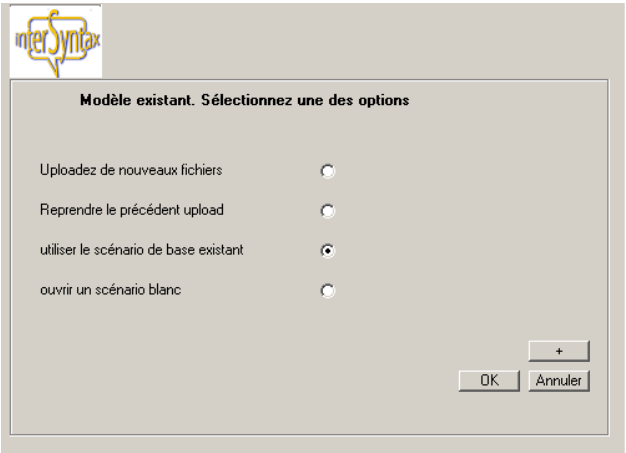
- Schéma d'ouverture des scénarios
- Upload et download de fichiers
- Cycle de conception
- Edition du modèle minimal
- Construction d'un modèle
- Gestion du temps

3.2. Plus de schémas d'ouverture

Lors de la première ouverture c-Model ne propose à ses utilisateurs qu'une alternative entre upload de fichier à partir du poste local et ouverture d'un modèle blanc vierge de toute indication à totalement créer, paramétrer et construire sur le serveur.



Lors des ouvertures suivantes plus de choix sont proposés avec l'interface suivante :



Correspondant aux alternatives suivantes :

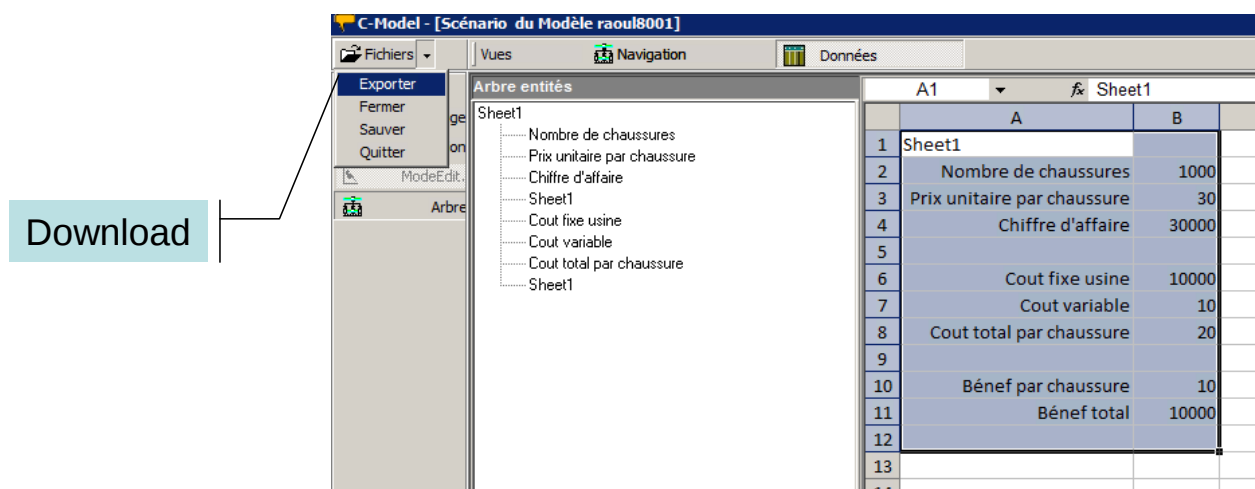
	<i>Upload de nouveaux fichiers</i>	<i>Reprise upload précédent</i>	<i>Modèle existant</i>	<i>Ouverture scénario blanc</i>
Première utilisation	•Sélection du fichier à uploader • Upload : –le fichier est analysé par C-Model			•Ouverture d'un scénario sans aucune donnée • le modèle sera créé directement sur C-Model
Utilisations suivantes	• Ouverture d'un modèle utilisant en vue Données le fichier uploadé	• Le modèle existant est effacé •Ouverture d'un modèle avec l'upload précédent	•Ré-ouverture des du modèle précédent, s'il a été enregistré	

Nb : « reprise de l'upload précédent » reconstitue la situation juste après l'upload précédent et évité d'avoir à sélectionner à nouveau un fichier

3.3. Upload et download

L'upload consiste à importer un fichier Excel à partir du poste local pour en faire la base d'un modèle plus vaste sur c-Model. Il a été présenté plus haut dans le manuel.

Le download permet à l'utilisateur de le récupérer sur son poste de travail local, lorsqu'il a terminé sa construction. Ce modèle pourra ensuite être utilisé pour différentes simulation sans modification de son périmètre. En particulier il pourra être utilisé avec différents add-in, notamment pour la mise à jour collective des paramètres avec l'add-in gratuit « partage&mde » proposé par notre partenaire modelEdition.



3.4. Conception et construction

C-Model, après un éventuel upload, organise l'utilisation des modèles en trois étapes : conception du modèle minimal, construction d'un scénario de base et utilisation du modèle par construction d'autres scénarios.

Ainsi le modèle d'une entreprise comprenant 5 usines et 10 points de vente et 4 segments de marché demande:

- la rédaction d'un cahier des charges décrivant les éléments structuraux du modèle et leur comportement
- la conception d'un modèle minimal décrivant ces éléments, par exemple comprenant 1 usine et 1 point de vente, 1 segment de marché
- la construction du scénario de base par la duplication des usines et points de vente dans le nombre voulu par la dérivation des entités le nécessitant,
- Plus tard, lors d'un exercice prévisionnel, lorsque l'entreprise prévoit d'investir dans 2 autres usines et 3 autres points de vente, le modèle prévisionnel se déduit du précédent par 5 autres duplications (2+3)

Rédaction d'un cahier des charges

Ce travail consiste à comprendre le fonctionnement global de ce que l'on veut modéliser tant du point de vue statique (par exemple process et relations de reporting) que de ses modes d'évolution par des décisions. Ensuite il s'agit d'y distinguer des parties suffisamment similaires pour être simulées à partir d'une même entité : par exemple les usines, les points de vente et les segments de marché.

Conception du scénario minimal

Avec C-Model, la conception consiste en :

- Mise en place du scénario minimal
 - Soit par paramétrage direct sur C-Model, soit par upload du modèle à partir du poste de travail de l'utilisateur
- Programmation des Copier-coller relationnels
 - Avec une interface de « conception » proposée C-Model, dite de commande
- Mise en place des interfaces de commande de Copier-coller relationnel
 - elle apparaît automatiquement à la fin de la programmation ...
 - sous la forme d'un bouton placé sur le menu d'une vue (appelée vue navigation) décrivant l'agencement des entités du modèle
 - d'autres implémentations peuvent être envisagées

Construction du scénario de base

Le scénario de base est la représentation de la situation existante et de ses perspectives à partir de laquelle les utilisateurs vont proposer des alternatives par les décisions qu'ils y simuleront et qui conduiront à la modification du modèle. Sa construction consiste en l'exécution de la séquence de duplications permettant de passer du scénario minimal à ce scénario de base à la suite de laquelle les paramètres correspondant seront mis en place.

C-Model propose des fonctionnalités pour faciliter ce travail, notamment : la programmation d'une séquence de duplication ou l'importation de paramètres à partir d'un fichier Excel extérieur.

Utilisation

L'utilisation de c-Model consiste à modifier le périmètre d'un scénario quelconque ou ses paramètres et à interpréter les nouveaux résultats. Cela peut se faire dans le cadre de la préparation d'une décision ou de son suivi par la modification des paramètres et des entités d'un scénario de base. Cela peut se faire aussi dans le cadre de la promotion d'un schéma décisionnel par l'attribution de droits d'accès aux parties prenantes.

Les bénéfices du cycle de conception

La création d'un modèle s'organise en trois étapes :

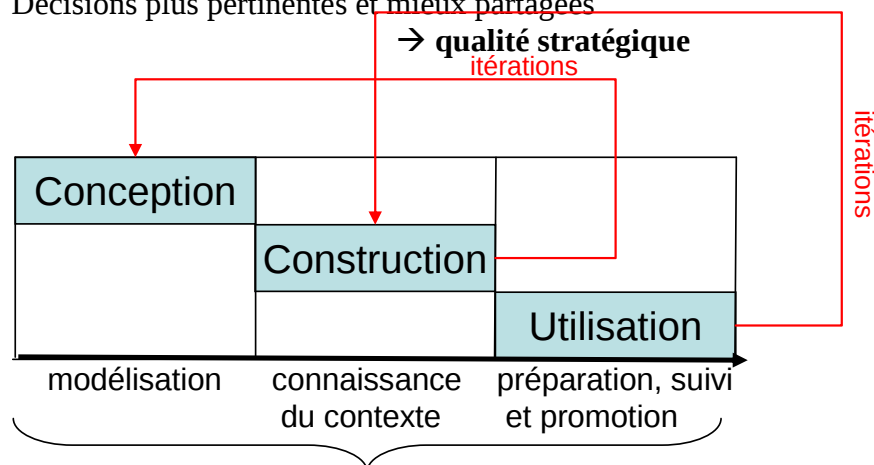
- Conception des entités de base → **scénario minimal**
- Construction (le modèle de la situation du moment) → **scénario de base**
- Utilisation pour mettre au point les décisions → **scénario objectif**

Elle permet de :

- Concevoir un modèle minimal
 - avec un effort moindre et plus rapidement que la construction d'un scénario de base : chacune des logiques de business n'étant exprimée qu'une seule fois
- Construire des scénarios:
 - par des actions simples -duplications et suppressions- aux effets quasi immédiats et sans erreur
- Maintenir le modèle
 - De manière immédiate et en utilisant un « langage » naturel et intuitif : celui des décisions telles qu'elles sont pratiquées dans l'entreprise concernée

Au total les avantages de c-Model sont les suivants :

- Itérations rapides pour dialoguer et améliorer les scénarios
→ **pertinence et multiplication des scénarios**
- Acteurs restant dans leur domaine de compétence
→ **productivité, qualité et réactivité**
- Décisions plus pertinentes et mieux partagées
→ **qualité stratégique**



3.5. Fonctionnalités de conception d'un modèle minimal

Généralités

Il est possible d'utiliser la vue données de la même manière qu'une feuille Excel, avec cependant un accès restreint à certaines fonctions. Ce qu'apporte c-Model, c'est la combinaison de ce travail avec le formulaire de conception (en bas et à gauche à l'ouverture), les vues arbre d'entité (à gauche) et navigation (cliquer sur la barre du haut, le bouton de gauche) ainsi que la fonction « variablemde » qui permet d'isoler une dimension temporelle pour le modèle.

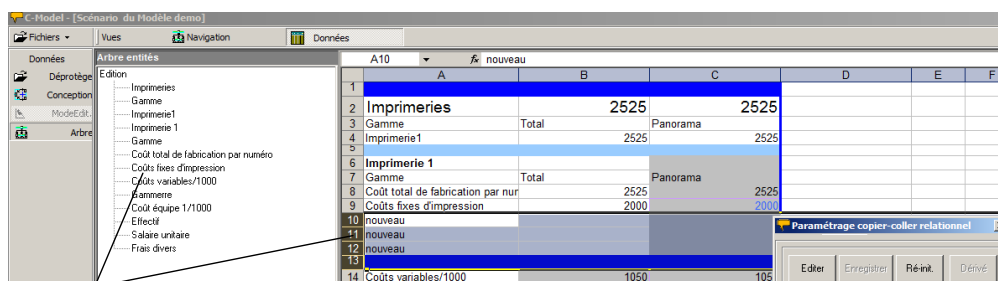
Ajout ou suppression de lignes ou de colonnes

En cours de travail, le modèle peut être enrichi par l'ajout ou la suppression de lignes ou de colonnes dans la vue données.

Les ajouts ou suppression de colonnes, réalisées avec un click-droit, sont prises en compte automatiquement par le modèle.

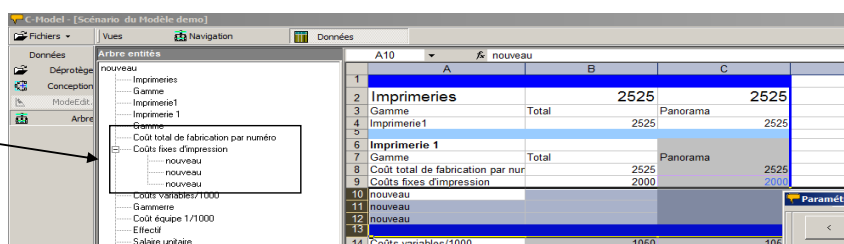
Les ajouts ou suppression de lignes doivent être validées à l'aide de l'opération suivante :

- Sélection des nouvelles lignes en entier en utilisant la colonne de bordure de la vue données
- Validation de la sélection avec le formulaire de sélection après avoir éventuellement mis à jour les paramètres du modèle.



Ajout de lignes

Après sélection
puis édition



- C-Model propose une fonction destinée à donner à une cellule une valeur dépendant du temps,

Cette fonction s'ajoute par un click droit. Elle se paramètre (bouton modelEdit. Voir ci-dessous) en nommant la variable et en la liant avec une cellule dont la modification va déclencher le recalcul. D'autres paramètres sont disponibles, notamment cumul ou décalage temporel.

Les valeurs prises par les fonctions « variablemde » peuvent se saisir directement ou par importation de l'ensemble des données placées dans une feuille Excel.

Fonction variablemde

Dans beaucoup de modèles le temps de l'action décrite est un aspect important à gérer finement.

C-Model facilite cette question avec une fonction « variablemde() » utilisable sur la vue « Données » pour donner aux cellules des valeurs variables selon le temps interne au modèle – par exemple mois par mois-. Ce temps interne :

- est découpé en périodes uniformes pour l'ensemble du modèle
- peut être pratiquement converti en d'autres périodes avec des fonctionnalités d'interpolation ou de cumul mises à disposition par C-model

Cette fonctionnalité permet :

- de construire des modèles évoluant en fonction d'un temps interne. Dans un modèle d'entreprise, il est ainsi possible de relier à son temps interne les prix de vente et volumes vendus, puis d'étudier l'évolution de la rentabilité totale qui en résultera.
- de compacter les modèles, les rendant ainsi plus simple à inspecter, mais aussi facilite la conception la mise en place de leurs relations dans le temps (effet retard, réflexivité, cumul, etc.)

Sur la vue Données, la fonction :

- est mise en place dans la cellule en cours de sélection par un click droit et le pointage de « variablemde » dans le menu
- est :
 - Nommée par un nom composé automatiquement (=placé dans le premier paramètre de la fonction) par c-Model
 - Associée à un enregistrement dans une base de données attachée au scénario, qui :
 - Contient les données en fonction du temps
 - Peut être partagé avec d'autres instances de la fonction. NB : attention aux conflits d'écriture

- Dispose de propriétés caractérisées par ses paramètres

The left screenshot shows a data entry window for 'Panorama Co' with a context menu open over the 'Coûts fixes d'impression' cell. The right screenshot shows the same window with the formula bar set to '=variablemde("Panorama_Coûts fixes d'impression";\$A\$1)'.

Données	A	B	C
1	Edition		
2			
3	Coûts d'exploitation	2825	
4	Amortissements	300	
5			
6	Imprimeries	2525	2525
7	Gamme	Total	Panorama
8	Imprimerie 1	2525	2525
9			
10	Imprimerie 1		
11	Gamme	Total	Panorama
12	Coût total de fabrication par n°	2525	2525
13	Coûts fixes d'impression	2000	2000
14			
15	Coûts variables/1000	1050	
16	Gamme	Total	Panorama
17	Coût équipe 1/1000	1050	
18			
19	Effectif	10	10
20	Salaire unitaire	100	100
21	Frais divers	50	50
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			

Un double click sur la cellule contenant « variablemde » édite les valeurs variables de la cellule contenant la fonction dans une fenêtre comme présenté ci-dessous. Cette fenêtre contient :

- Nom de l'enregistrement
- Valeurs par période
- Boutons pour valider ou ne pas valider les nouvelles valeurs

Un bouton pour « Comprimer ou décompresser » les données (check au dessus du nom à droite) si la valeur est constante sur toute la période

The top screenshot shows the 'Données' window with a 'Compression' checkbox and a 'Nom enregistrement modifiable' label. The bottom screenshot shows the 'Dates' and 'Valeurs' tabs with a 'Confirme les modifications' label and an 'Annule et revient à l'état initial' label.

« Compression » de données

Nom enregistrement modifiable

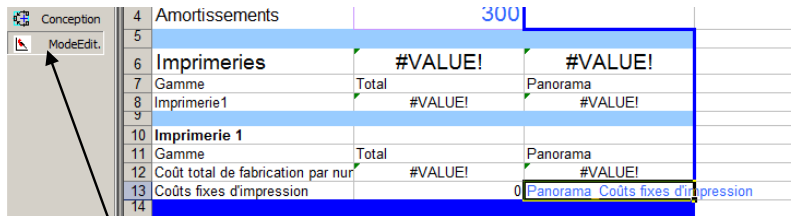
Les saisies doivent être confirmées par un retour chariot

Confirme les modifications

Annule et revient à l'état initial

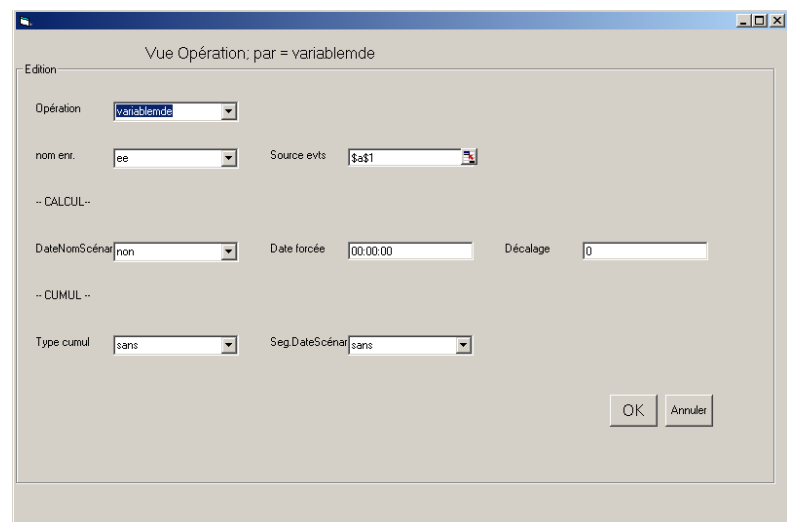
Données	A	B	C
1	Edition		
2			
3	Coûts d'exploitation	2825	
4	Amortissements	300	
5			
6	Imprimeries	2525	2525
7	Gamme	Total	Panorama
8	Imprimerie 1	2525	2525
9			
10	Imprimerie 1		
11	Gamme	Total	Panorama
12	Coût total de fabrication par n°	2525	2525
13	Coûts fixes d'impression	2000	2000
14			
15	Coûts variables/1000	1050	1050
16	Gamme	Total	Panorama
17	Coût équipe 1/1000	1050	1050
18			
19	Effectif	10	10
20	Salaire unitaire	100	100
21	Frais divers	50	50
22			
23			

Les paramètres d'une fonction « variablemde » s'éditent après avoir activé au préalable le bouton « modelEdit » puis, comme ci-dessus, un double click sur la cellule contenant la fonction « variablemde »



4	Amortissements		300
5			
6	Imprimeries	#VALUE!	#VALUE!
7	Gamme	Total	Panorama
8	Imprimerie1	#VALUE!	#VALUE!
9			
10	Imprimerie 1		
11	Gamme	Total	Panorama
12	Coût total de fabrication par nur	#VALUE!	#VALUE!
13	Coûts fixes d'impression	0	Panorama Coûts fixes d'impression
14			

Bouton modelEdit



Vue Opération; par = variablemde

Edition

Opération:

nom ent.: Source evts:

-- CALCUL --

DateNomScénar: Date forcée: Décalage:

-- CUMUL --

Type cumul: Seg.DateScénar:

OK Annuler

La signification des paramètres avancés de « variablemde » est donnée dans le tableau ci-dessous :

- Général
 - Nom enregistrement : (rem éditable aussi avec les données)
- Calcul de la valeur
 - Date nom scénario : (booléen) , valeur à la date scénario
 - Date forcée : (date jj:mm:aaaa), valeur à la date indiquée
 - Décalage : (entier), valeur avec le décalage indiqué
- Cumul
 - Type : (entier = 0, 1 ou -1): 0 pas de cumul, -1 : cumul à partir début, 1: renvoie le min sur la période, 2 : renvoie le max sur la période
 - Segment date scénario (entier = 0, 1 ou -1) : -1 calcul jusqu'à la date scénario, 1 calcul à partir de la date scénario, 0 cumul sur toute la période

3.6. **Fonctionnalités de construction d'un modèle**

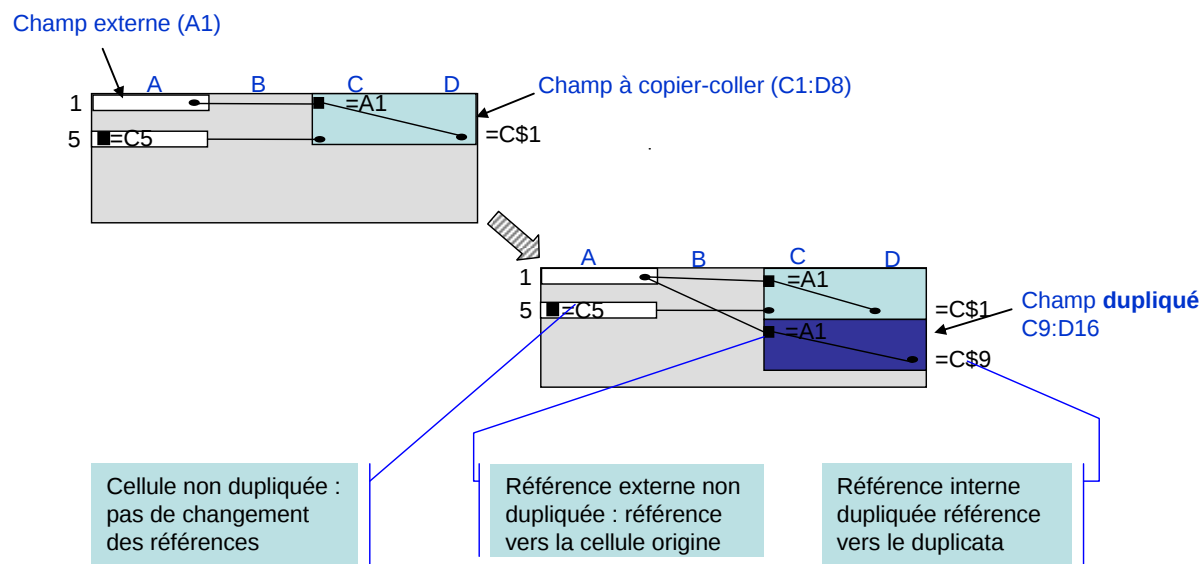
C-model accélère et fiabilise la construction de modèles par ses fonctions prenant en charge l'ensemble des tâches de duplication des cellules et des formules venant d'un scénario minimal.

Le copier-coller relationnel pour les tableurs

Le copier-coller relationnel (C2R) sur Excel consiste à :

- Dupliquer les cellules d'un champ quelconque
- Dupliquer les formules, en ajustant les références des nouvelles formules par « conservation des relations entrantes », c'est-à-dire en faisant pointer les références des formules dupliquées sur le duplicata du pointage initial et, à défaut, sur la cellule initiale.

Par exemple :



Copier-coller relationnel interne et externe

C-Model implémente le copier coller suivant deux schémas :

- Copier-coller externe
- Copier-coller relationnel interne, lui-même existant en deux modalités : vertical et horizontal

Le copier coller externe consiste à dupliquer une entité complète. Le détail de son implémentation a été montré plus haut en début de manuel. Sur une vue « Données » le champ d'une duplication externe comprend plus de 2 lignes adjacentes d'un tableur. Le résultat de la duplication est placé à la suite du champ dupliqué et de ses autres duplicata :

Imprimeries	2525	2525
Gamme	Total	Panorama
Imprimerie1	2525	2525



Imprimeries	2525	2525
Gamme	Total	Panorama
Imprimerie1	2525	2525
Nouveau	2525	2525
Gamme	Total	Panorama
Imprimerie1	2525	2525

Avec le copier-coller interne, le champ dupliqué comprend une seule ligne ou une seule colonne et le résultat de la duplication est placé respectivement en dessous ou à droite du champ dupliqué et de ses autres duplicata selon qu'il s'agit de copier-coller interne vertical ou horizontal :

Imprimeries	2525	2525
Gamme	Total	Panorama
Imprimerie1	2525	2525

vertical

Imprimeries	5050	5050
Gamme	Total	Panorama
Imprimerie1	2525	2525
Nouveau	2525	2525

horizontal

Imprimeries	7575	2525
Gamme	Total	Panorama
Imprimerie1	5050	2525
Nouveau	2525	2525

Attention ! La possibilité de copier-coller relationnel interne horizontal n'est proposée que pour les champs dont les cellules de la première ligne ne comprennent que des string (chaîne de caractère)

Paramétrage du copier-coller relationnel

Le paramétrage du copier-coller interne suit un schéma semblable à celui externe (montré plus haut dans ce manuel). Il est expliqué par le schéma ci-dessous dans le cas d'un premier paramétrage (interface simplifiée avec moins d'options).

Si ... :

- deux lignes (+ option 1 vide) **et/ou**
- 3 colonnes (1 pour les intitulés, 1 pour les récapitulatifs, 1 pour le modèle)

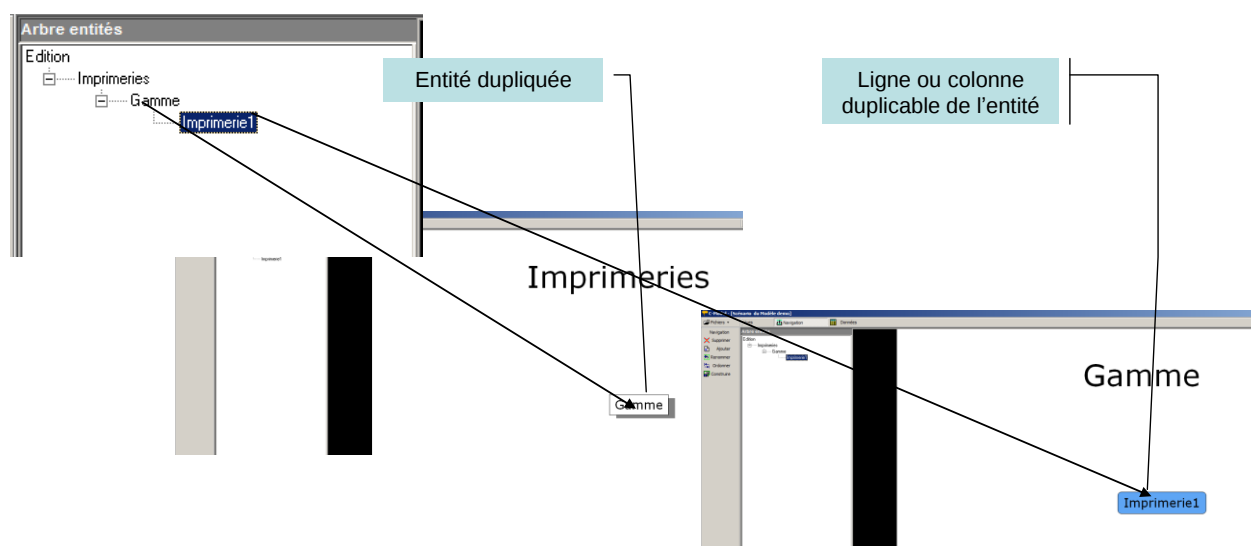
....L'option copier-coller interne apparaît et affiche 1 ou 2 possibilités de copier-coller

....L'option copier-coller interne apparaît et affiche 1 ou 2 possibilités de copier-coller

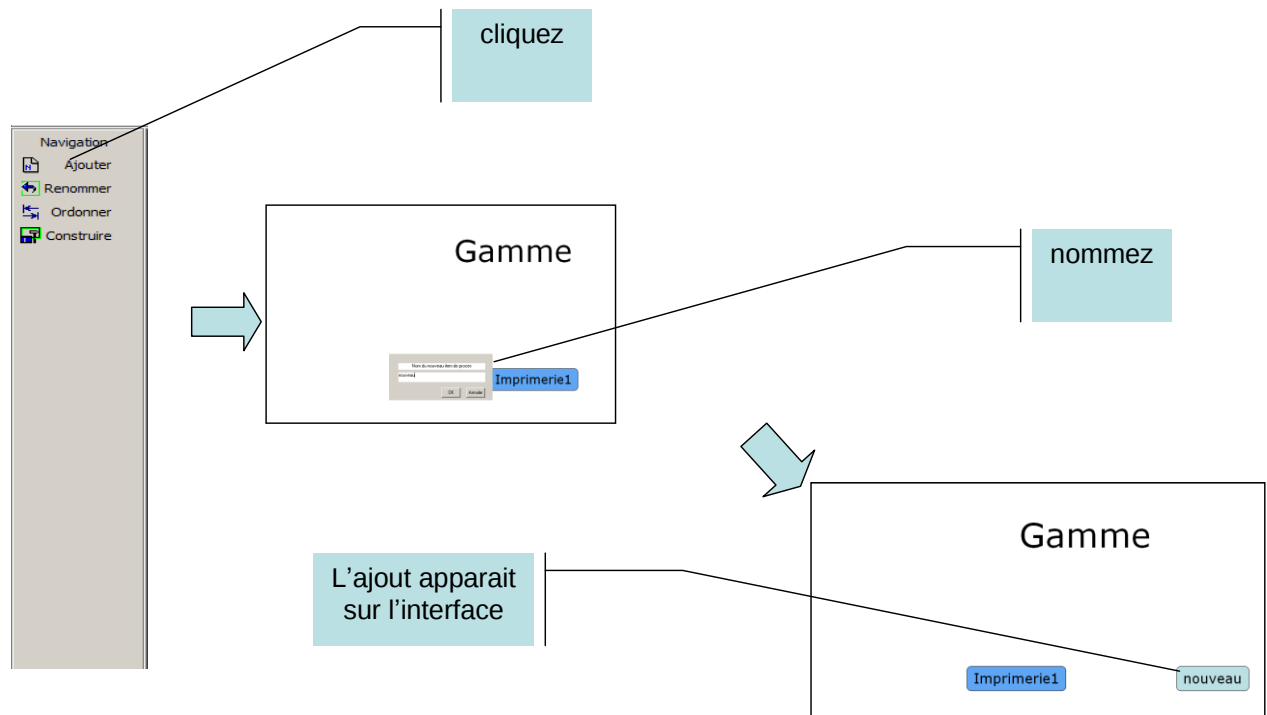
NB : Option déjà expliquée dans la présentation « première conception »

	A	B	C	D	E	F
1						
2	Imprimeries	2525	2525			
3	Gamme	Total	Panorama			
4	Imprimerie1	2525	2525			
5						
6	Imprimerie 1					
7	Gamme					
8	Coût total de fabrication par nœud	2525	2525			
9	Coûts fixes d'impression	2000	2000			
10						
11	Coûts variables/1000	1050	1050			
12	Gamme	Total	Panorama			
13	Coût équipe 1/1000	1050	1050			
14						
15	Effectif	10	1			
16	Salaires unitaire	100	10			
17	Frais divers	50	5			
18						
19						

Sur la vue navigation, après duplication, l'entité contient l'élément duplicable qui joue alors le rôle d'interface de commande du copier-coller relationnel



La commande du copier-coller suit ensuite le même schéma que pour le copier-coller externe (voir manuel premier contact) :



Et le résultat est le suivant :

Cas du copier-coller « vertical »

	A	B	C	D
1				
2	Imprimeries	7575	2525	2525
3	Gamme	Total	Panorama	Nouveau
4	Imprimerie1	5050	2525	2525
5				
6	Imprimerie 1			
7	Gamme	Total	Panorama	
8	Coût total de fabrication par mètre	2525	2525	
9	Coûts fixes d'impression	2000	2000	
10				
11	Coûts variables/1000	1050	1050	
12	Gamme	Total	Panorama	
13	Coût équipe 1/1000	1050	1050	
14				
15	Effectif	10	10	
16	Salaires unitaire	100	100	
17	Frais divers	50	50	
18				
19				
20				
21				
22				

Cas du copier-coller « horizontal »

	A	B	C
1			
2	Imprimeries	5050	5050
3	Gamme	Total	Panorama
4	Imprimerie 1	2525	2525
5	Nouveau	2525	2525
6			
7	Imprimerie 1		
8	Gamme	Total	Panorama
9	Coût total de fabrication par mètre	2525	2525
10	Coûts fixes d'impression	2000	2000
11			
12	Coûts variables/1000	1050	1050
13	Gamme	Total	Panorama
14	Coût équipe 1/1000	1050	1050
15			
16	Effectif	10	10
17	Salaires unitaire	100	100
18	Frais divers	50	50
19			
20			
21			
22			

Les formules d'agrégation ont été aussi mises à jour

A noter : copier-coller interne et externe peuvent être combinés pour la même entité :
→ Deux interfaces de commande seront créées, une pour chaque commande

Chaînage simple

Le chaînage de plusieurs copier-coller relationnel consiste à programmer une séquence de copier-coller lancée par une seule commande. Par exemple : commander un copier-coller interne à la suite d'un autre externe.

Dans ce cas seule l'interface de commande du premier copier-coller, externe, est conservée.

Cette possibilité est illustrée, ci-dessous, pour le chaînage de deux copier-coller relationnels :

Première
programmation

The image shows two screenshots of a software interface. The top screenshot displays a spreadsheet titled 'Imprimerie 1' with columns A, B, and C. The data includes rows for 'Imprimerie 1', 'Gamme', and 'Imprimerie 1' with values like 2525, 2525, and 2525. The bottom screenshot shows a similar spreadsheet titled 'Gamme' with columns A, B, and C, containing data for 'Imprimerie 1', 'Gamme', and 'Imprimerie 1' with values like 2525, 2525, and 2525. Both spreadsheets have a left sidebar with a tree view showing the data structure.

..deuxième
programmation
et chaînage

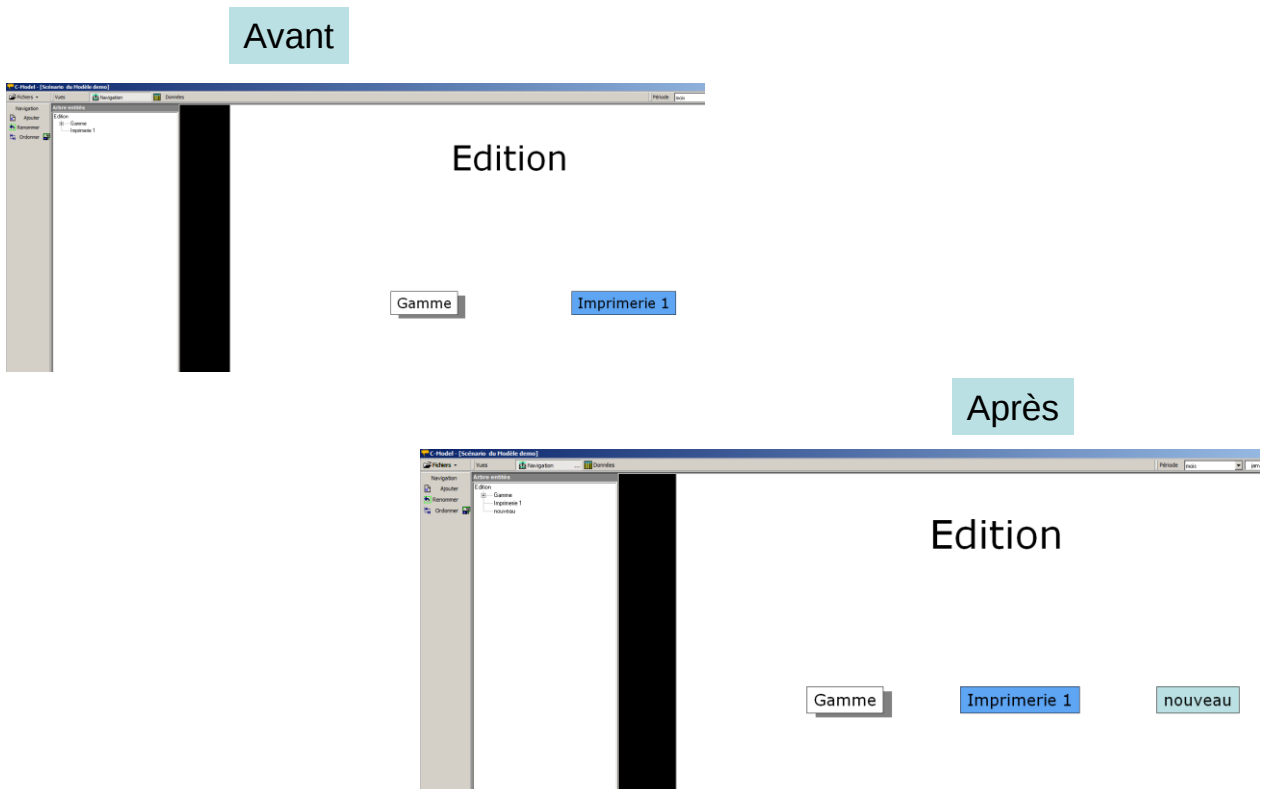
The image shows a dialog box titled 'Paramétrage copier-coller relationnel'. It contains a message: 'Des entités ont été changées. Vous pouvez générer une nouvelle paramétrisation, créer une nouvelle entité ou réinitialiser votre conception.' There are buttons for 'Editer', 'Engager', 'Réinit.', and 'Annuler'.

Valider la
génération puis
l'enregistrement

The image shows a dialog box titled 'Paramétrage copier-coller relationnel'. It contains a message: 'Des entités ont été changées. Vous pouvez générer une nouvelle paramétrisation, créer une nouvelle entité ou réinitialiser votre conception.' There are buttons for 'Editer', 'Engager', 'Réinit.', and 'Annuler'.

Les résultats du copier-coller sont les suivants :

Vue navigation :



Vue données :

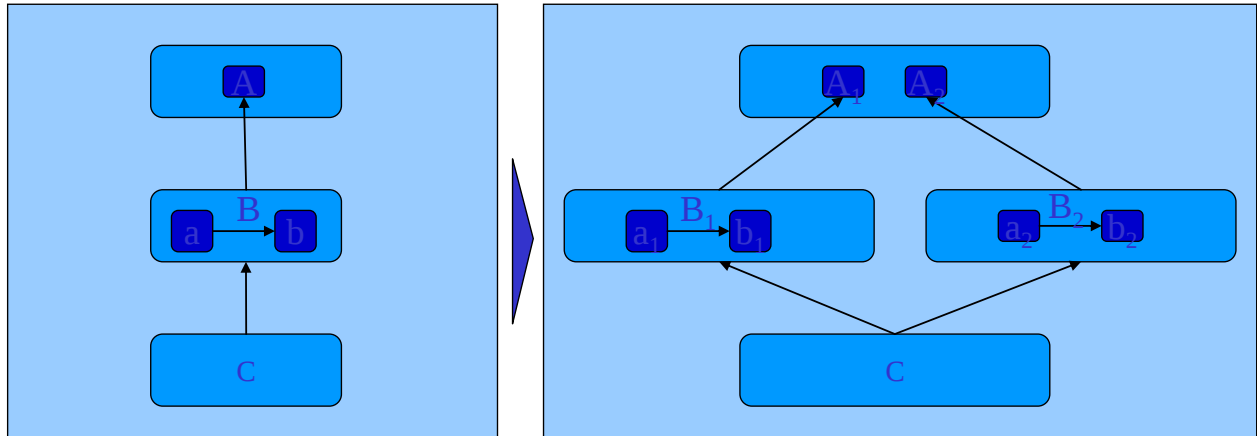
Formule d'agrégation mise à jour

Nouveaux champs

	A	B	C	D
1				
2	Imprimeries	5050	5050	
3	Gamme	Total	Panorama	
4	Imprimerie 1	2525	2525	
5	nouveau1	2525	2525	
6				
7	Imprimerie 1			
8	Gamme	Total	Panorama	
9	Coût total de fabrication par nur	2525	2525	
10	Coûts fixes d'impression	2000	2000	
11				
12	nouveau			
13	Gamme	Total	Panorama	
14	Coût total de fabrication par nur	2525	2525	
15	Coûts fixes d'impression	2000	2000	
16				
17	Coûts variables/1000	1050	1050	
18	Gamme	Total	Panorama	
19	Coût équipe 1/1000	1050	1050	
20				
21	Effectif	10	10	
22	Salaire unitaire	100	100	
23	Frais divers	50	50	
24				
25				

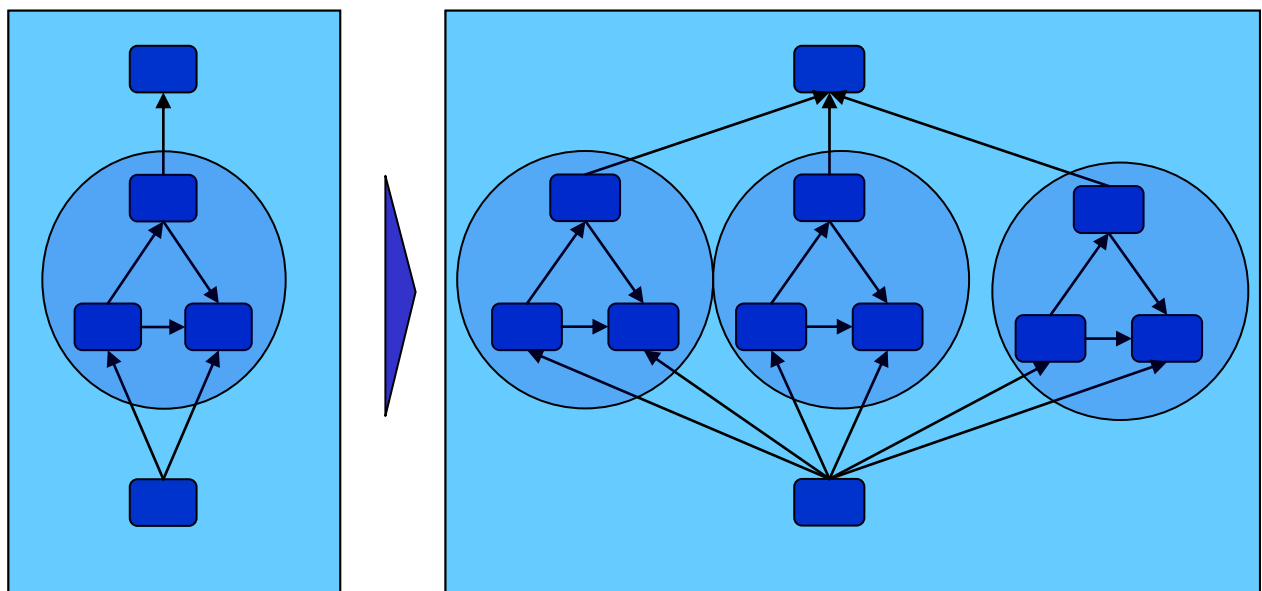
Interprétation de l'exemple précédent

L'exemple précédent se schématise par une double duplication suivant le « principe conservation des relations entrantes » du copier-coller relationnel qui s'applique effectivement aux relations internes ou externes des entités dupliquées. (Il se rajoute aussi la mise à jour d'une formule d'agrégation non signalée ici).

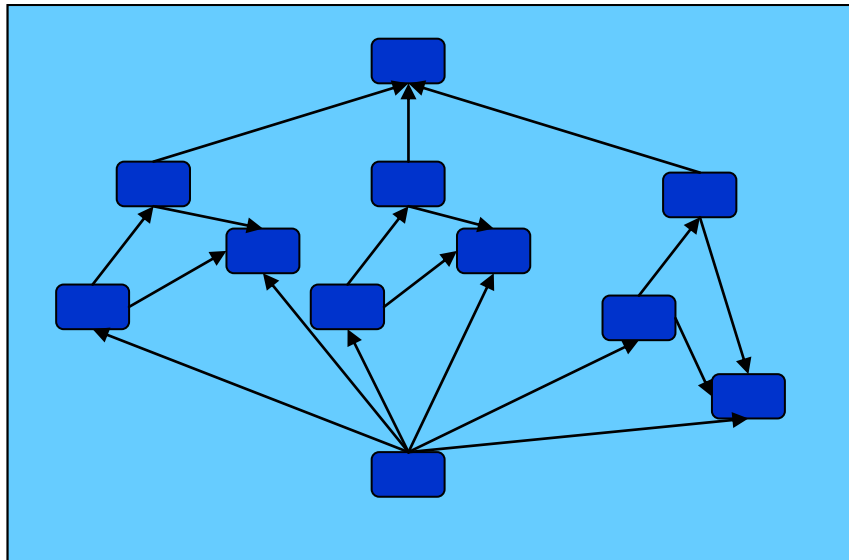


On retrouve ici les trois cas possibles illustrant le principe de copier-coller relationnel : relations externes entrantes et sortantes ainsi que relations internes. Métaphoriquement ce schéma est « la porte logique » de la modélisation alors que la relation entrante en est le « transistor ».

Ce schéma se généralise à une duplication en nombre quelconque d'un schéma avec un nombre quelconque de relations quelque soit leur nature et de manière illustrée par le schéma suivant :



Ce qui supposait d'avoir identifié cette régularité à trois structures semblables dans le schéma suivant



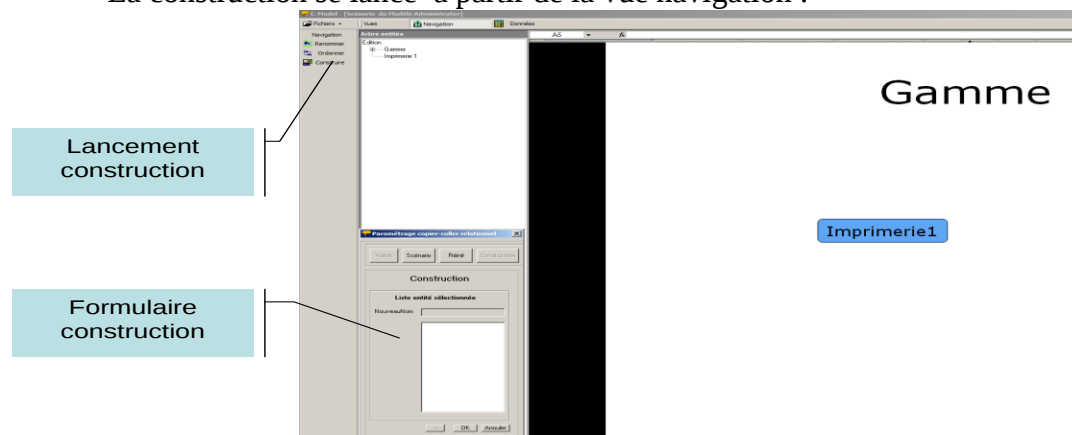
Mais là n'est-ce pas une pratique courante du management des entreprises consistant à identifier, installer et renforcer des régularités dans l'organisation des entreprises ?

N'est ce pas le travail courant de la gestion d'entreprise d'être mis sous tension par des relations de natures différentes (contraintes financières, demande des clients, délais des projets, normes juridiques,...) ? Le cas des natures relationnelles multiples sera abordé plus loin et amplifié avec l'offre (à venir) c-Model de niveau 2

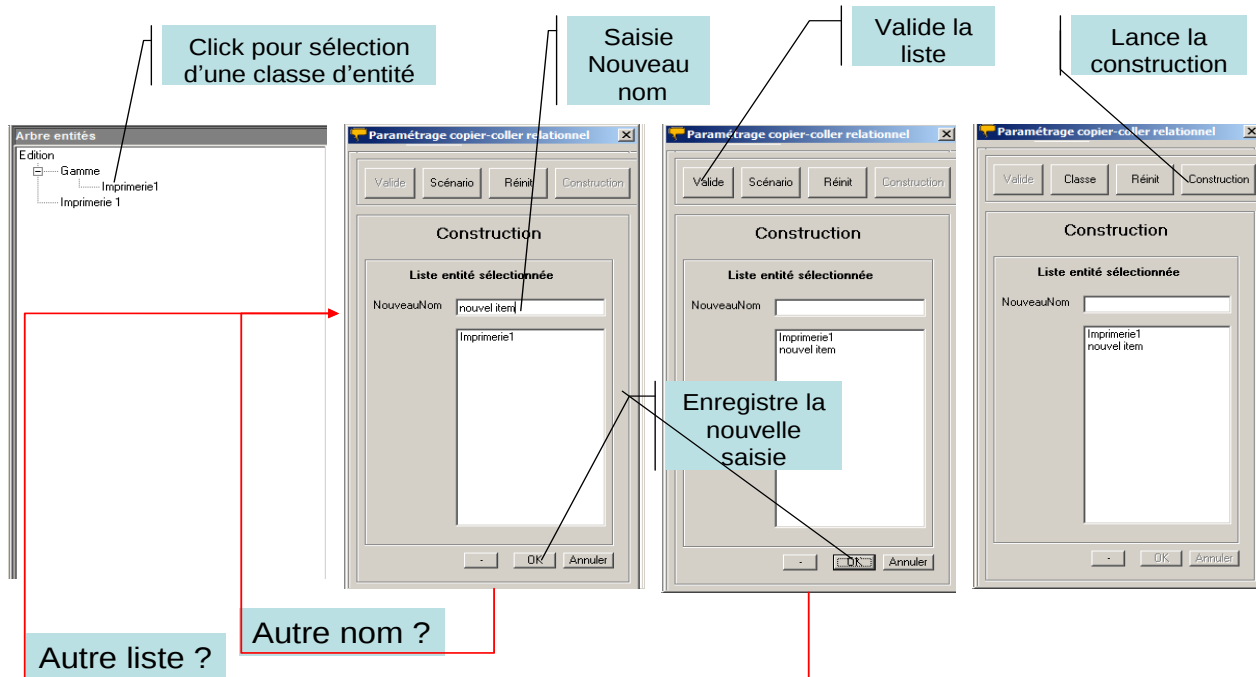
Construction programmée

La fonction de construction programmée s'utilise une fois réalisé le paramétrage de toutes les commandes du modèle minimal et permet au concepteur de construire le scénario de base en lançant une programmation. Par exemple : Créer 10 usines et 20 points de distribution.

La construction se lance à partir de la vue navigation :



L'interface de paramétrage demande de préciser le type d'entité à dupliquer (sur l'arbre d'entité) puis de donner le nom des nouvelles entités.



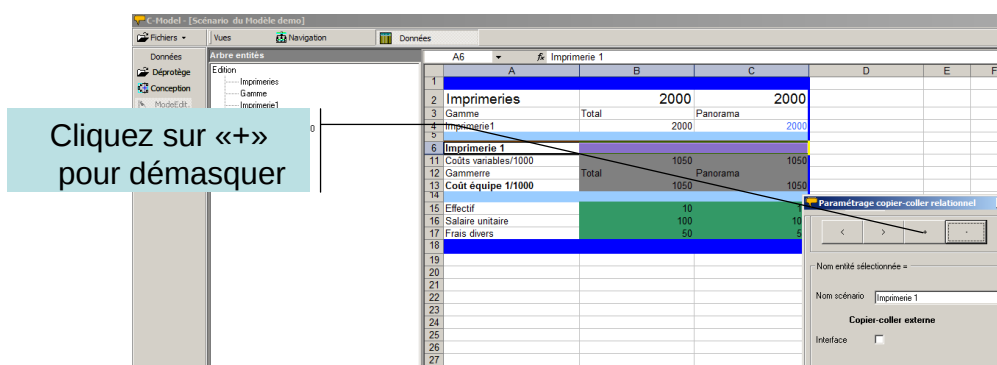
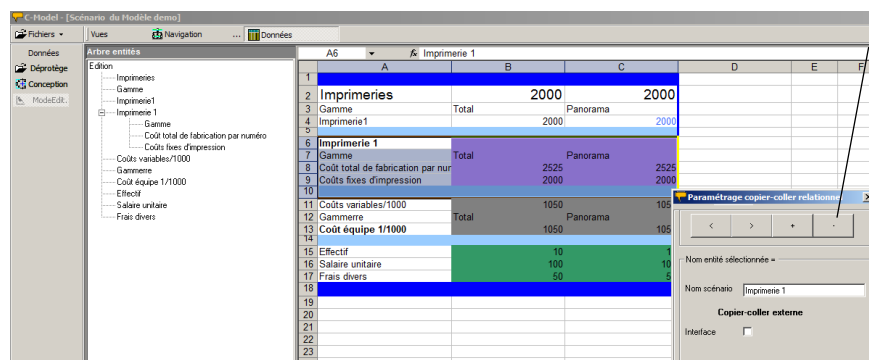
A la suite du lancement de la construction (bouton) les entités se mettent en place. Il est à noter que certaines constructions réalisées à partir de grands modèles peuvent être longues (plusieurs dizaines de minutes et au-delà).

A noter :

- Les listes peuvent contenir une quantité quelconque d'ajouts
- Lorsque plusieurs entités sont paramétrées les ajouts se font dans l'ordre de leur emboîtement (voir chapitre suivant pour ce terme)

4.2. Masquage

Les fonctionnalités de masquage permettent de ne faire apparaître que les parties du modèle sur lesquels on travaille et de masquer celles inutiles à la réflexion



4.3. Chaînage hyper cube

Cette fonctionnalité facilite les modélisations hyper cube utiles notamment dans le cadre de bases de données hyper cubes utilisées en contrôle de gestion.

Le chaînage hyper cube consiste à combiner en séquence : arborescence et chaînage.

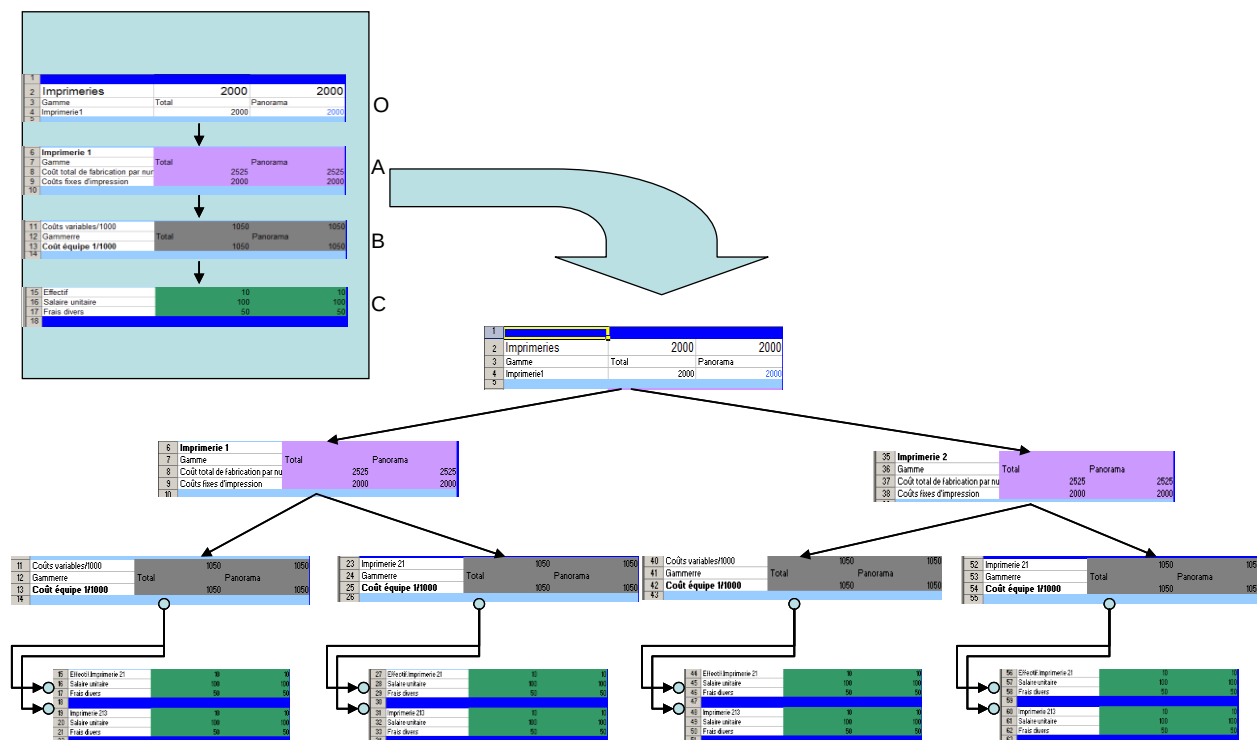
The screenshot displays the C-Model software interface. The top window, titled 'C-Model - [Scénario du Modèle demo]', shows a data table with columns A, B, and C. The table contains data for various entities, including 'Imprimeries', 'Gamme', 'Imprimerie 1', and 'Coûts variables/1000'. Below the table, three 'Paramétrage copier-coller relationnel' windows are open, each showing the configuration for a specific entity.

	A	B	C
1			
2	Imprimeries	2000	2000
3	Gamme	Total	Panorama
4	Imprimerie1	2000	2000
5			
6	Imprimerie 1		
7	Gamme	Total	Panorama
8	Coût total de fabrication par n...	2525	2525
9	Coûts fixes d'impression	2000	2000
10			
11	Coûts variables/1000	1050	1050
12	Gammerre	Total	Panorama
13	Coût équipe 1/1000	1050	1050
14			
15	Effectif	10	10
16	Salaire unitaire	100	100
17	Frais divers	50	50
18			

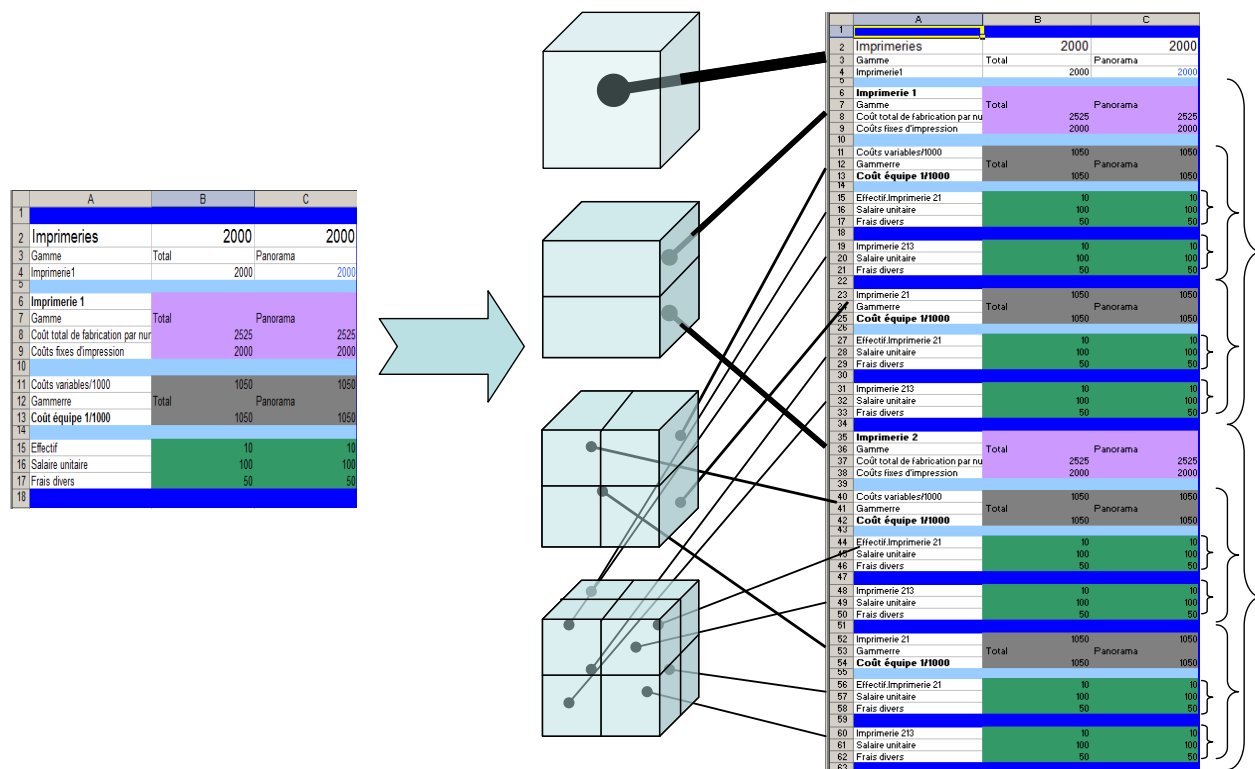
The three configuration windows show the following settings:

- Window 1: Nom scénario: Imprimeries, Copier-coller externe: Interface ☒
- Window 2: Nom scénario: Imprimerie 1, Copier-coller externe: Interface ☐ Chainage: Imprimeries
- Window 3: Nom scénario: Coûts variables/1000, Copier-coller externe: Interface ☐ Chainage: Imprimeries, Imprimerie 1

Après une telle programmation une commande de duplication a l'effet suivant :



Ce qui peut aussi se présenter de la manière suivante pour mettre plus en valeur l'aspect hypercube. Un paramétrage avec plus d'entités aboutit à des hypercubes avec plus de dimensions.



4.4. Autres paramétrages

D'autres paramétrages sont possibles. Par exemple, plusieurs entités peuvent être chaînées à la même entité pour des copier-coller interne ou externe ; ce qui produira la duplication de chacune de ces entités après celle de l'entité de tête. L'ensemble de ces chaînages pourra être combiné avec des mises en arborescence. Toutes ces possibilités doivent bien entendu être utilisées en fonction de leur sens pour la représentation de l'entreprise concernée, capacité qui ne se développera qu'avec la pratique.

4.5. Notation symbolique

Présentation

Ces paramétrages, du fait de leurs richesses, peuvent rapidement devenir difficiles à maîtriser. Pour cela, nous avons développé une notation symbolique destinée à palier à ce problème.

D'un point de vue formel, cette notation est une forme de modélisation des modèles. Elle sert à décrire et manipuler des modèles indépendamment de l'outil :

- Représenter et visualiser leur organisation :
 - Par une notation symbolique d'un opérateur s'appliquant à un modèle. A laquelle correspond une description combinant les entités du modèle
 - Par exemple
 - ! indiquant une relation sortante et – indiquant une relation entrante
 - M désignant un modèle d'une société S et h les relations hiérarchique on a :
 - (h)M désigne la hiérarchie de la société S
 - La description de la hiérarchie est : Pierre<-Jacques<-François>, -Paul <-Marie>> . NB : le subalterne est affecté par le supérieur : relation entrante
 - On écrit (h)M = Pierre<-Jacques<-François>, -Paul <-Marie>>
 - * désignant la commande d'une duplication.
 - (*) M = !U, montrant ainsi que la duplication s'applique à l'usine U.
 - NB : la duplication est une relation sortante pour la totalité parce son exécution accroît la richesse de l'initiateur.
 - Si celle si s'applique à l'usine U comprenant François, Paul et Marie on a :
 - (h)(*)M = Pierre<-Jacques !<-François>, -Paul <-Marie>> pour indiquer que Jacques est en charge de la construction des usines
 - De manière plus synthétique (Jacques) (*)M = !U et U = !<-François>, -Paul <-Marie>
 - Calculer les conséquences d'une action de commande sur le modèle :
 - Avec l'exemple simple précédent
 - Et si Jacques utilise son pouvoir
 - $M \rightarrow M'$: (Jacques) (*) M' = !UU2 pour indiquer que Jacques est maintenant à la tête des usines U et U2
 - Les possibilités de cette notation sont exprimées dans les pages ci-dessous

- La plateforme de modélisation proposera bientôt des fonctionnalités d'aide au calcul symbolique des scripts et de leur implémentation

Conventions

- Les opérations
 - s'appliquent sur un modèle
 - désigné par son nom : M ou «Voreppe»
 - Sont explicitées par un ou plusieurs opérateurs :
 - Désigné par son nom entre parenthèse : par exemple (*), (h) ou (h)(*)
 - Un opérateur peut être
 - une relation quelconques (commande, chaînage, emboîtement)
 - une entité ou un ensemble d'entités (= une vue)
 - (h,*) désigne l'opérateur [h ou *] et (h)(*) l'opérateur [h et *]
- Les descriptions :
 - Combinent des entités désignées par un nom : par exemple M = A,B,C
 - L'ordre de présentation des entités est indifférent pourvu que les relations soient préservées (ici non apparentes)
 - Signalent les relations entrantes et sortantes par un signe placé avant l'entité concernée (resp. – et !) et prenant en référence un des opérateurs. Exemple :
 - (h) M =-hA (lorsque la relation h est entrante sur sa cible) ou (*)M =!A (lorsque la commande de duplication est sortante sur sa cible, comme la duplication)
 - Les successions d'entités avec références entrantes indiquent des chaînages :
 - (h)M =!A!B
 - Les parenthèses en V (= < ou >) « distribuent » les relations :
 - (h)M = !<AB> = !A!B
 - Mais aussi : (*) M = !A<!B> indique un emboîtement de B dans A pour l'opération sortante !
 - Séparateurs :
 - Les virgules (,) séparent les entités qui ne sont pas liées par un des opérateurs de la description
 - Les deux points sont utilisés pour indiquer la présence d'une formule d'agrégation (r) M = -A(i:j) avec la formule « somme (i: j) » dans le cas d'un tableur

Exemples avec duplications externes simples

- Notation des interfaces de duplication externe par C2R
 - $(*)M = !A$: modèle avec une seule entité duplicable, $(*)$ représente l'interface et « ! » la cible de la même action
- Exemple sans chaînage
 - $(*, *_2, *_3)M' = !A, !C, !G = !\langle A, C, G \rangle$: modèle trois entités duplicables non chaînées avec 3 interfaces
- L'opération de chaînage a pour effet de « solidariser » les entités du point de vue de leur relation. Cette notation devient :
 - $(*, *_2)M'' = !A!C, !G = !\langle AC \rangle, !G = !\langle AC, G \rangle$
- Et dans le cas où A est chaîné à G :
 - $(*, *_2)M''' = !A!G, !C = !\langle AG \rangle, !C = !\langle AG, C \rangle$
- Exemples de duplications de modèles :
 - $\rightarrow (*, *_2, *_3)M'^1 = !AA_2A_3, !C, !GG_2$ (A dupliqué 2 fois, C non, G 1 fois)
 - $\rightarrow (*, *_2)M''^2 = !A!C, A_2, C_2, !GG_2$ (AC dupliqué 1 fois, G 1 fois)
 - $\rightarrow (*, *_2)M'''^3 = !A!G, A_2, G_2, !CC_2$ (AG dupliqué 2 fois, C 2 fois)

Duplications internes simples

- Notation des interfaces de duplication interne par C2R
- $(*)M = A\langle !i \rangle$, A est duplicable interne, $(*)$ représente l'interface et !i représente l'item duplicable (ligne ou colonne),
- $(*)M' = A\langle !i_1, i_2 \rangle$ A dupliqué 1 fois en interne
- Normalement les lettres majuscules sont pour les entités duplicables ou dupliquées, les minuscules (sauf le i qui est réservé aux item internes) sont pour les entités non duplicables et non dupliquées
- Exemple sans chaînage
 - $(*, *_2, *_3, *_4)M' = !A, C\langle !_2i \rangle, !_3G\langle !_4i \rangle$, A est duplicable externe, C interne, G interne et externe,
- Avec chaînage
 - $(*, *_2, *_3)M'' = !A, C\langle !i \rangle, !_2G\langle !_3i \rangle$, chaînage des deux première dupl.
 - $(*)M''' = !A, C\langle !i \rangle, G\langle !i \rangle$, chaînage de toutes les duplications
- Calcul des duplications des modèles M' et M'' :
 - $(*, *_2, *_3, *_4)M'^2 = !AA_2, C\langle !_2ii_2 \rangle, !_3G\langle !_4i_1, i_2 \rangle, G_2\langle !_4i_2, i_2, i_3 \rangle$:
A dupliqué 1 fois en externe, C 1 fois en interne, G 1 fois en externe puis la première instance 1 fois en interne et la seconde 2 fois
 - $(*, *_2, *_3)M''^2 = !AA_2, C\langle !ii_2 \rangle, !_2G\langle !_3i_1, i_2 \rangle, G_2\langle !_3i_2, i_2, i_3 \rangle$:
AC dupliqué 1 fois, G 1 fois en externe puis la première instance 1 fois en interne et la seconde instance 2 fois

Duplications avec explicitation des relations

Duplication avec relations externes :

$[M = A, B \text{ et } (*) M = !A]$

Si $(B)(*)M = !_B A$ relation externe sortant de B et entrante dans A

- Alors $\rightarrow (B)(*)M' = !_B A, !_B A_2$, la relation est dupliquée

Si $(A,*)M = !A, !_A B$ relation externe sortante de A et entrante dans B

- Alors $\rightarrow (A, A_2, *)M' = !A, A_2, !_A B$, la relation n'est pas dupliquée

Duplication avec relation interne par chaînage :

$[M = A, B \text{ et } (*)M = !A !B]$

Si chaînage de duplications externes :

$(A)(*)M = !A !_A B \rightarrow (A, A_2)(*)M' = !A !_A B, A_2 !_A B_2$

qui peut s'écrire :

$(A, A_2)(*)M' = !\langle A !_A B \rangle, \langle A_2 !_A B_2 \rangle$

ou

$(A, A_2)(*)M' = (A)_{(2)} (*) M' = !_{(2)} \langle A !_A B \rangle$

Si chaînage duplication externe puis interne :

$(A)(*)M = !A, B < !_A i \rangle \rightarrow (A, A_2)(*)M' = !A, A_2, B < !_A i, !_A i_2 \rangle$

qui peut s'écrire : $(A)_{(2)} (*)M' = < !A, B < !_A i \rangle \rangle_{(2)}$

Duplication avec relation d'agrégation

$[M = A, B, C \text{ et } (*) M = !A !B, C \text{ et } (A)(*)M = !A, B < !_A i \rangle, C !A < i : i \rangle]$

$\rightarrow (A)(A_2)(*)M' = !A A_2, B < !!_A i, !_A i_2 \rangle, C !A < i : i_2 \rangle$

qui peut s'écrire : $(A)_{(2)} (*)M' = < !A, B < !!_A i \rangle, C !A < i : i \rangle \rangle_{(2)}$

NB: avec la version actuelle de c-Model, exemple supposant que sur la vue Données, C contenant la formule d'agrégation soit situé immédiatement au dessus de B

Duplications avec mise en arborescence

Interface de commande multiple

- Cas de deux composants duplicables :
 - $[(*)M = !AB \text{ et } (*)M = A!B]$ qui peut s'écrire $(*_1, *_2) M = !_1A!_2B$
- Les mêmes composants mis en arborescence :
 - $[(*)M = !A \text{ et } (*)M = A<!B>]$ ou bien $(*_1, *_2) M = !_1A<!_2B>$

Calcul d'une duplication :

- duplication par $*_1$ puis par $*_{21}$
 $(*_1, *_2) M = !_1A<!_2B> \rightarrow (*_1, *_2, *_2) M' = !_1A<!_{21}B>, A_2<!_{22}B_2> \rightarrow$
 $(*_1, *_2, *_2) M'' = !_1A<!_{21}B, B_{12}>, A_2<!_{22}B_2> ,$
- duplication par $*_2$, puis par $*_1$
 $(*_1, *_2) M = !_1A<!_2B> \rightarrow (*_1, *_2) M' = !_1A<!_2B, B_2> \rightarrow$
 $(*_1, *_2, *_2) M'' = !_1A<!_{21}B, B_2>, A_2<!_{22}B_{21}, B_{22}> ,$

Exemples avec Chaînage hypercube

Notation symbolique (rappels)

- avec deux composants duplicables : $(*_1 *_2)M = !_1A!_2B$
- chaîné simple $(*)M = !A!B$
- en arborescence : $(*_1 *_2)M = !_1A<!_2B>$
- hypercube (chaîné et arborescence) $(*)M = !A<!B>$

Calcul d'une duplication :

$(*)M = O!A<!B> \rightarrow (*)M' = O!A<!B, B_{12}>, A_2 <!B_{21}, B_{22}>$
 $(*)M = O!A<!B<!C>> \rightarrow (*)M' = O!A<!B<!C, C_{112}>, B_{12} <!C_{121}, C_{122}>>, A_2<!B_{21} <!C_{211}, C_{212}>, B_{22} <!C_{221}, C_{222}> >$