

Lotfi Jaballah



Logiciel Arche

Support de formation

Bâtiment et Béton Armé

Département de Génie Civil

ESSTT-UNIVERSITÉ DE TUNIS

**Dimensionnement des Structures en
Béton Armé. Utilisation du Logiciel
Arche**

Lotfi Jaballah

Département de Génie Civil

Septembre 2009

Table des matières

1 Avant-propos	7
2 La plate-forme Graitec OMD	9
2.1 Qu'est-ce que Graitec ?	9
2.1.1 Effel	9
2.1.2 Arche	10
2.1.3 Melody	11
2.2 Pourquoi Graitec OMD ?	12
2.2.1 Présentation générale	12
2.2.1.1 Outils–Modèles–Documents	13
2.2.1.2 Paramétrage	13
2.3 Graitec OMD et Windows	15
2.3.1 Lancement	15
2.3.2 Architecture des répertoires	15
2.3.3 Désinstallation	16
2.4 Gestion des études	16
2.4.1 Création d'une étude	16
2.4.2 L'étude Défaut	17
2.4.3 Suppression d'une étude	18
2.4.4 Organisation des études	18
2.4.5 Éditions et impressions	19
2.5 Langues et normes	20
2.5.1 Choix des langues	20
2.5.2 Choix des normes	21
2.6 Conseils et astuces	21
3 Arche	23
3.1 Gestion des fichiers	23

Table des matières

3.1.1	Définition	23
3.1.2	Manipulation des fichiers	24
3.1.3	Le fichier Default	24
4	Arche Ossature	25
4.1	Généralités	25
4.1.1	Interface utilisateur	25
4.1.1.1	Description de l'écran	25
4.1.1.2	Menus de l'application	26
4.1.1.3	Palettes d'icônes	27
4.1.2	Démarche générale	30
4.1.3	Hypothèses bâtiment	31
4.2	Saisie des éléments	33
4.2.1	Choix du mode d'accrochage	33
4.2.2	Choix du mode de sélection	36
4.2.3	Menu Modifier	38
4.2.3.1	Modifier/Étages	38
4.2.3.2	Modifier/Attributs	38
4.2.3.3	Modifier/CAO	38
4.2.4	Les éléments	40
4.2.4.1	Les lignes d'aide et les files de construction	40
4.2.4.2	Les éléments de construction	41
4.2.5	Gestion de l'affichage	51
4.2.5.1	Gestion générale de l'affichage	52
4.2.5.2	Gestion de l'affichage par sélection	54
5	Descente de charges	55
5.1	Méthode Réglementaire	55
5.1.1	Principe général de fonctionnement	56
5.1.2	Caractéristiques des matériaux	58
5.1.3	Chargements pris en compte	58
5.1.3.1	Natures des chargements	58
5.1.3.2	Poids propre	59
5.1.3.3	Chargements créés par l'utilisateur	59
5.1.4	Pré dimensionnement	59
5.1.4.1	Pré dimensionnement par Abaque	60

Table des matières

5.1.4.2	Pré dimensionnement précis par calcul	62
5.1.4.3	Dégression verticale des chargements	62
5.1.4.4	Travées chargées–déchargées	63
5.2	Calcul aux éléments finis	66
5.2.1	Principe de fonctionnement	66
5.2.2	Chargements pris en compte	70
5.2.2.1	La descente de charges verticale	70
5.2.2.2	Les efforts climatiques	70
5.2.2.3	Les efforts sismiques	71
5.2.3	Caractéristiques des éléments de structure	72
5.2.3.1	Poutres	72
5.2.3.2	Poteaux	73
5.3	Exemple	76

Table des figures

2.1	Graitec OMD : Écran principal.	12
2.2	Arborescence Graitec OMD sur le disque dur.	15
2.3	Menu Dossier.	17
2.4	Menu Configuration de l'environnement.	18
2.5	Purge d'un dossier.	19
2.6	Choix des langues.	20
4.1	Description de l'écran principal.	25
4.2	Indicateur de l'état d'étude.	31
4.3	Caractéristiques générales d'un bâtiment.	32
4.4	Gestion des étages.	32
4.5	Modes d'accrochage.	33
4.6	Modes de sélection.	36
4.7	Modification des étages.	38
4.8	Copie d'éléments.	39
4.9	Déplacement d'éléments.	39
4.10	Relimitation d'éléments.	40
4.11	Saisie de dalles.	41
4.12	Sens de portée.	42
4.13	Chargement.	43
4.14	Saisie de poutres.	45
4.15	Saisie de poteaux.	47
4.16	Saisie de voiles.	48
4.17	Saisie de semelles isolées.	50
4.18	Saisie de semelles filantes.	51
4.19	Affichage des éléments de structure.	53
4.20	Affichage des autres éléments.	54
5.1	Choix des méthodes de calcul.	55

Table des figures

5.2	Cas d'une dalle reposant sur appuis.	56
5.3	Philosophie générale de la descente de charges traditionnelle.	57
5.4	Angle de diffusion.	58
5.5	Choix de la méthode de pré dimensionnement.	60
5.6	Prise en compte de la dégression des charges verticales.	63
5.7	Choix des méthodes de calcul.	66
5.8	Modélisation aux éléments finis.	67
5.9	Définition des efforts climatiques.	71
5.10	Définition des efforts sismiques.	71

1 Avant–propos

Ce document est un support d'utilisation du logiciel Arche. Il comprend principalement deux parties.

La première partie est une initiation aux concepts utilisés par Arche. Tous les programmes Graitec utilisent la même interface graphique, permettant une manipulation homogène de tous les produits. C'est le cas des modules Arche en particulier. Cette interface sera décrite en détails. Au delà de l'aspect, les modules Arche partagent des fonctionnalités et des notions communes tels la manipulation des fichiers sur le disque, la gestion des affaires. Toutes ces notions communes à tous les modules seront détaillées.

L'interface utilisateur, et toutes les fonctionnalités du programme seront décrites dans cette partie.

- Interface utilisateur : décrit tous les objets de l'interface utilisateur (écran principal, menus, palettes d'icônes, ...).
- Liste des commandes : décrit les fonctions de tous les menus suivant le schéma suivant :
 - Nom de la commande.
 - Descriptif de l'objet de la commande.
 - Chemins d'accès : menu, icône, raccourci.
 - Fonctionnement : décrit complètement les étapes de l'utilisation de la commande.
 - Contenu de la boîte de dialogue : donne le détail des paramètres nécessaires au fonctionnement de la commande.

Dans la deuxième partie nous expliquons :

- Le fonctionnement de la descente de charges traditionnelle.
- Le fonctionnement du calcul aux éléments finis.
- Les caractéristiques des éléments composants le modèle vis à vis des deux calculs énoncés ci-dessus.

Sa structure est divisée en trois sous–parties représentatives de son objet :

- Descente de charges suivant la méthode traditionnelle : présente les principes de la descente de charges d'Ossature ainsi que ceux du prédimensionnement des éléments.

1 Avant-propos

- Calcul de la structure aux éléments finis : présente les principes de la modélisation aux éléments finis opérée dans Ossature.
- Caractéristiques des éléments : présente les caractéristiques des éléments vis à vis des deux modélisations et calculs.

2 La plate-forme Graitec OMD

2.1 Qu'est-ce que Graitec ?

Graitec est une société française qui réalise son activité dans l'édition et la distribution de logiciels de calcul et de CAO pour les secteurs du BTP et de la mécanique. Avec plus de 4000 références, **Graitec** est aujourd'hui la société française leader de son domaine.

Graitec est développeur d'applications de calcul de structures et de dessins de plans d'exécution avec ses logiciels :

- **Effel**
- **Arche**
- **Melody**

Au-delà du développement, et des services associés à la distribution de logiciel, **Graitec** effectue également des prestations de calcul de haut niveau, et prend en charge la réalisation de dossiers d'exécution. Les domaines de compétence de **Graitec** sont :

- Développement de logiciels scientifiques
- Calcul de structures
- Calcul et dessin en béton armé
- Calcul et dessin en charpente métallique
- Calcul et dessin en construction bois

2.1.1 Effel

Effel est le premier programme français à proposer un environnement complet pour le calcul de structures dédié aux métiers de la construction.

- Grâce à la CAO, créez des éléments filaires (barres, poutres, poutres à inertie variable,...), des arcs de cercles, des éléments surfaciques (membranes, plaques, coques,...), placez des trémies, des ouvertures,... Pour les structures courantes, utilisez les assistants de généra-

2 La plate-forme Graitec OMD

tion automatique de type "Portiques", "Voûtes", etc... ou vos propres modèles paramétrés.

- Appliquez des charges quelconques (ponctuelles, linéaires et surfaciques), ou utilisez les assistants de génération automatique pour le poids propre, les charges climatiques, les actions sismiques, la poussée des terres ou de l'eau, etc
- Ancrez vos structures sur des appuis ponctuels, linéaires ou surfaciques de type rigide, élastique et butée.

Effel est désormais prêt à mailler la structure (maillage réglé, Delaunay, imposé, raffinement) et à mener des calculs aux éléments finis en statique, dynamique (modes propres, séisme, vibrations, chocs,...), flambement généralisé et non linéaire (tirants et butées). Mais au delà de ces fonctionnalités de base, Effel est également capable de déceler les anomalies de description, et de proposer des solutions techniques.

À partir de calcul de structure réalisé, Effel vérifie et optimise le comportement de l'ouvrage conformément aux règlements, pour les métiers :

- Béton armé
- Construction métallique
- Construction bois

2.1.2 Arche

Depuis sa sortie commerciale en 1993, **Arche** s'est imposé comme le logiciel de référence pour la conception et le dessin des bâtiments en béton armé. À partir d'un modèle 3D de bâtiment composé de dalles, poutres, poteaux, voiles et fondations, Arche analyse la stabilité globale de l'ouvrage et produit automatiquement tous les plans de ferraillage. **Arche Ossature** est un logiciel de simulation de bâtiment qui permet de mener rapidement et en toute rigueur vos études de descente de charges, de contreventement et de séisme, en respectant les méthodes usuelles de la profession. Arche Ossature se distingue par ses innovations techniques :

- CAO 3D intégrée, ou import de fichier DXF
- Normes EC2, BAEL, ACI, DIN
- Prédimensionnement
- Calculs de descente de charges et de contreventement avec des modèles mixant méthodes traditionnelles et modélisations numériques sophistiquées
- Générateur climatique 3D (EC1, NV65-84)
- Analyse sismique en dynamique modale
- Production automatique des notes de calcul, métrés et estimatifs
- Connexion directe **Advance**, **Arche Vision**, **Allplan Ingénierie** et **Effel**

Arche met également à votre disposition des outils de calcul des caractéristiques géométriques de sections, de calcul théorique **EC2 / BAEL** et de production de bordereaux d'acières. Il intègre même un module de rendu réaliste. Les modules de ferraillage de **Arche** sont des logiciels dédiés à la conception, l'analyse et la production automatique de plans de ferraillage en béton armé. Indiquez la géométrie, les charges et les hypothèses générales, et vous obtiendrez d'un simple clic les courbes de sollicitations, les contraintes dans le béton et l'acier, les flèches, et bien sûr ... les plans de ferraillage d'exécution ! Avec **Arche Ferraillage**, vous disposez d'un logiciel haut de gamme qui optimise la conception du ferraillage en tirant le meilleur profit des usages de la profession.

- Normes **EC2, BAEL, ACI, DIN, DTU Feu**
- Dispositions constructives conformément aux règles parasismiques (**PS92, RPA88, SI413, P100-92**)
- Modification interactive du ferraillage avec alerte à l'utilisateur en cas de non respect des règlements en vigueur
- **DAO** intégrée pour la retouche des plans

2.1.3 Melody

Melody est un logiciel dédié à l'étude des charpentes métalliques. Il automatise le prédimensionnement et la vérification des profilés et des attaches, et produit des notes de calcul "clé en main".

Melody est composé de trois modules :

Melody Portiques.

- Génération rapide de portiques et utilisation de bibliothèques paramétrables par l'utilisateur
- Charges climatiques automatiques (NV65-84)
- Prédimensionnement et vérification des profilés
- Notes de calcul " clé en main "
- Connexion directe à Melody Attaches

Melody Attaches.

- Calcul et dessin des attaches " Pied de Poteau "
- Calcul et dessin des attaches " Poteau - Poutre " et " Poutre – Poutre "
- Fiches de fabrication

2 La plate-forme Graitec OMD

Melody Planchers.

- Génération rapide de planchers
- Calcul des reports de charges sur les solives
- Prédimensionnement et vérification des solives
- Notes de calcul " clé en main "
- Connexion directe Melody Attaches

2.2 Pourquoi Graitec OMD ?

2.2.1 Présentation générale

Graitec OMD est une plate-forme qui pour objectif principal de proposer un accès simplifié, rapide et surtout unique à toute la gamme des programmes **Graitec**.

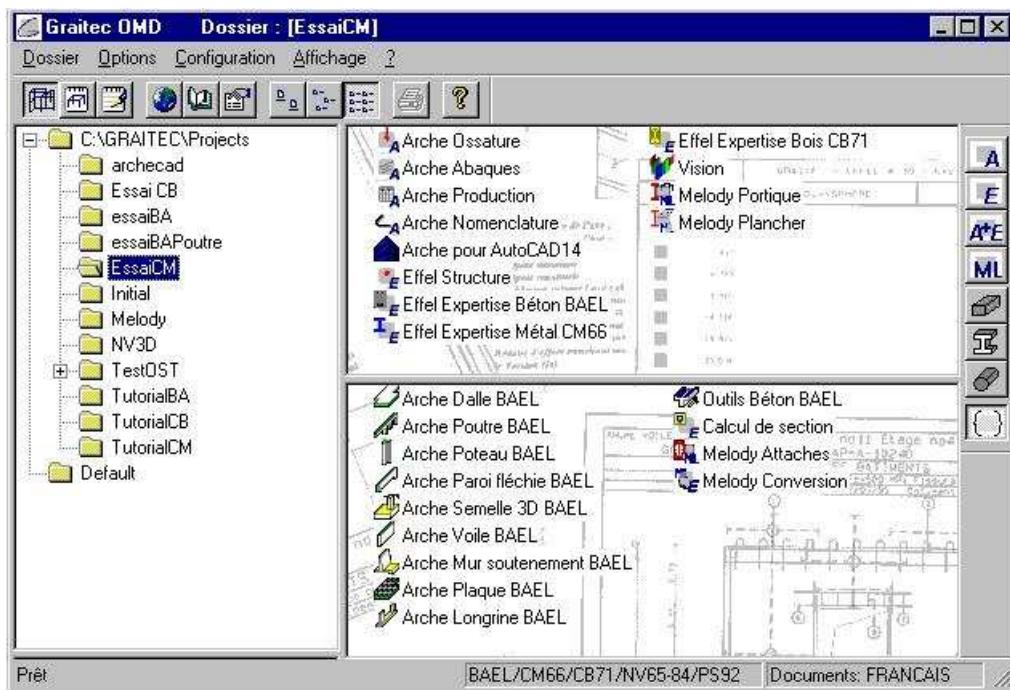


Fig. 2.1: Graitec OMD : Écran principal.

Cette plate-forme se divise en trois zones principales :

1. L'arborescence des dossiers permet de créer les répertoires et sous répertoires qui organisent et stockent votre travail. **Arche** et **Effel** s'exécutent dans le dossier en cours.

2 La plate-forme Graitec OMD

2. La zone « Etude globale » (fenêtre en haut à droite) rassemble tous les programmes permettant d'effectuer des analyses globales de structure.
3. La zone « Etude locale » (fenêtre en bas à droite) rassemble tous les programmes permettant d'effectuer des analyses locales d'éléments particuliers : étude du ferraillage d'une poutre, d'un assemblage, etc.

2.2.1.1 Outils–Modèles–Documents

Les initiales **OMD** signifient **Outils Modèles Documents (trois modes)** et sont en relation avec les trois icônes en haut à gauche de la plate-forme **OMD**. L'application **Graitec OMD** fonctionne selon ces trois modes. Le passage entre les différents modes se fait :

- En cliquant directement sur une des trois icônes de la barre d'outils.
- Ou en utilisant le menu « Affichage » et en choisissant l'option « Programmes », « Modèle » ou « Document ».

Outils. C'est le mode qui vous est proposé par défaut, il permet de lancer tous les programmes diffusés par Graitec.

⇒ En cliquant sur le bouton droit de la souris, un menu contextuel permet de créer un raccourci vers le module sur le bureau de Windows.

Modèles. Ce mode permet un affichage, non plus par programme, mais par modèles créés. Dans ce mode, les zones « Etude locale » et « Etude globale » font apparaître la liste des fichiers de données correspondant aux modèles étudiés. Cette liste varie en fonction du dossier en cours.

⇒ En cliquant sur le bouton droit de la souris, un menu contextuel permet de supprimer ou renommer le modèle.

Documents. Ce mode permet un affichage par document produits. Dans ce mode, les zones « Etude locale » et « Etude globale » font apparaître la liste des notes de calculs et des tracés différés correspondant aux modèles étudiés. Cette liste varie en fonction du dossier en cours.

⇒ En cliquant sur le bouton droit de la souris, un menu contextuel permet d'imprimer, de supprimer ou renommer la note de calcul ou le tracé différé.

2.2.1.2 Paramétrage

Graitec OMD est une plate-forme à géométrie variable. Il est possible de paramétrier et de filtrer l'affichage des icônes à travers :

2 La plate-forme Graitec OMD

- La boîte de dialogue accessible par le menu : **Affichage / Options...**
- La boîte de dialogue accessible par le menu contextuel surgissant en effectuant un clic avec le bouton droit de la souris dans une des deux zones : « Etude globale » ou « Etude locale ».

Affichage. Les icônes peuvent être représentées sous forme de grandes icônes, de petites icônes ou sous forme de liste. Ce paramétrage est lié au mode « OMD ».

- En mode « Outils », l’option « Grandes icônes » a été retenu par défaut.
- En mode « Modèle » ou « Document », l’option « Liste » a été retenu par défaut.

L’image de fond d’écran (sur laquelle se superpose l’affichage des icônes) peut être supprimée. Dans ce cas la couleur du fond d’écran correspond à celle définie dans Windows.

Tri des modules. Le fonctionnement des tris varie en fonction du mode dans lequel on se trouve :

- En mode « Outils » :

Il est possible de filtrer l’affichage des icônes représentant les modules :

⇒ Par programme : Vous pouvez choisir de ne voir que les modules appartenant au programme Arche, Effel, Arche et Effel ou Tous.

⇒ Par métier : Vous pouvez choisir de ne voir que les modules se rapportant aux métiers Béton, Métal ou Bois (tous programmes confondus).

- En mode « Modèles » et « Documents » :

Il est possible de filtrer l’affichage des icônes représentants les modèles ou les documents générés sur la base :

⇒ D’un masque (*.* signifiant tous)

⇒ De leur provenance (Ex : voir tous les documents générés par Arche Ossature et Arche Poutre)

Quelque soit le mode, en cochant l’option « **Modules accessibles uniquement** », un filtre supplémentaire est réalisé : il supprime de l’affichage tous les modules qui ne sont pas présents dans votre système de protection. Par défaut, cette option activée, vous avez néanmoins la possibilité de la désactiver pour visualiser l’ensemble des programmes diffusés par GRAITEC (y compris ceux que vous n’avez pas acquis).

2.3 Graitec OMD et Windows

2.3.1 Lancement

Depuis Windows95 ou Windows NT, il est préférable de créer un raccourci de lancement pour lancer la plate-forme OMD.

Il est également possible de lancer la plate-forme à partir de l'explorateur Windows, le fichier exécutable est le suivant : C :\Graitec\v141E \Bin\Omd\exe (version 14.1).

Remarque : Si vous avez choisi les options d'installation par défaut, il suffit de cliquer sur « Démarrer / Programme / Graitec OMD »

2.3.2 Architecture des répertoires

Toutes les versions successives de Graitec OMD se placent sous le répertoire Graitec.

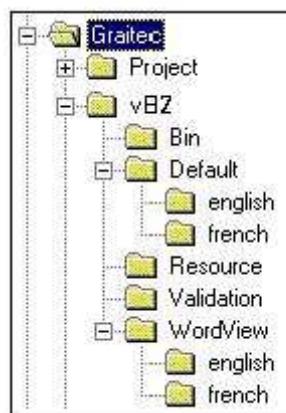


Fig. 2.2: Arborescence Graitec OMD sur le disque dur.

Pour la version 14.1, le répertoire v141E contient :

- Le répertoire Bin contient l'ensemble des fichiers exécutables (*.exe et *.dll), ainsi que les tables de libellés (*.glb)
- Le répertoire Default contient l'ensemble des dossiers défaut par langue d'utilisation (voir le chapitre « Créer des dossiers »)
- Le répertoire Resource contient tous les fichiers catalogues, les fichiers d'aides, ...
- Le répertoire Validation contient les fichiers du dossier de validation de Effel.

- Le répertoire WordView contient la visionneuse de Word pour la visualisation des notes de calcul (en version française et anglaise).

Les études sont stockées indépendamment des versions sous le répertoire **Project de Graitec**.

2.3.3 Désinstallation

Pour désinstaller « proprement » une version, il suffit de cliquer sur « Démarrer / Paramètres / Panneau de configuration », de double cliquer sur l’icône « Ajout / Suppression de programmes », de sélectionner dans la liste proposée la version à désinstaller, puis enfin de cliquer sur le bouton Ajouter / Supprimer. Prenons l’exemple de la désinstallation d’une version 14.1. Après désinstallation, il se peut que le répertoire 14.1 ainsi que quelques sous répertoires subsistent. Cela signifierait que des fichiers se situant dans ces répertoires ont été modifiés (Ex : catalogues de matériaux, fichiers de combinaisons, …). Avant de supprimer « brutalement » ces répertoires, assurez-vous de conserver, si vous le souhaitez, les fichiers modifiés.

2.4 Gestion des études

2.4.1 Crédation d'une étude

Les études ou dossiers sont gérés de la même façon que l’on gère des opérations avec l’explorateur Windows. Ceci se fait dans la zone 1 de la plate-forme OMD. En effet pour fonctionner les différents modules partagent et s’échangent des données relatives au projet étudié, aussi convient-il en premier lieu de définir pour chaque projet un dossier de travail autonome. On dit qu’on “crée une étude” : dans le menu **DOSSIER** on choisit **NOUVEAU** (voir figure 3) et on donne un nom à la nouvelle affaire. D’un point de vue technique le programme crée un répertoire portant le nom de l’étude dans le sous répertoire de travail qui est paramétrable par l’utilisateur. Par défaut, le répertoire de travail a le chemin suivant : **C\Graitec\Projects**. Tous les fichiers de données relatives au projet étudié seront placés dans la zone (répertoire) qu’on vient de créer. On peut également créer un nouveau dossier en cliquant simplement sur le répertoire de travail avec le bouton droit de la souris.



Fig. 2.3: Menu Dossier.

On peut reprendre un dossier existant en cliquant simplement dessus dans la zone 1. Le nom du dossier dans lequel on travaille s'affiche dans le bandeau bleu (noir) en haut de la fenêtre.

Remarque :

- Le contenu d'un dossier (étude) est automatiquement sauvegardé quand une autre est ouverte ou créée.
- On peut créer des nouveaux dossiers par copie de dossiers existants en utilisant la technique du glisser déposer de Windows :
 1. En conservant maintenu le bouton gauche de la souris pendant le déplacement du dossier sélectionné, vous verrez le dossier se déplacer jusqu'au lâché du bouton de la souris.
 2. Lorsque vous lâchez le bouton de la souris un menu contextuel vous demande si vous voulez copier ou déplacer le dossier sélectionné, choisissez : « Copier ici ».

2.4.2 L'étude Défaut

L'étude Défaut ou dossier Défaut : “une étude à part” : cette étude contient les paramètres qui seront par défaut repris par toutes celles qu'on va créer. **Il ne faut donc pas travailler dans cet espace** mais simplement en modifier les hypothèses. Le chemin de cette étude défaut peut être modifié par les menus **Configuration, Environnement**. Il suffit de modifier le chemin correspondant à la ligne “**Dossier Défaut**”.

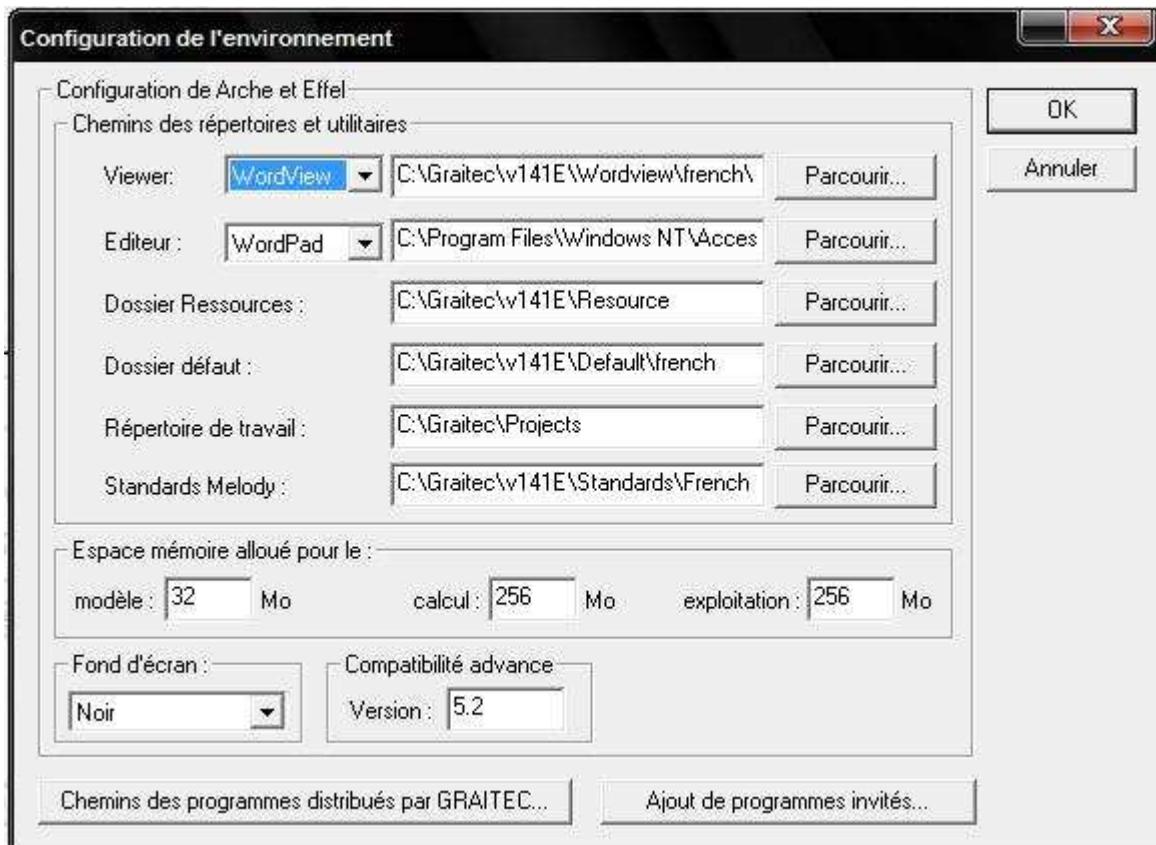


Fig. 2.4: Menu Configuration de l'environnement.

2.4.3 Suppression d'une étude

Il est possible de supprimer une étude à partir du menu **Dossier** en activant **Supprimer**, puis en cliquant sur son nom dans la liste qui apparaît alors, et enfin sur **Supprimer**. Soyez vigilant, lorsque vous supprimez un dossier, vous supprimez aussi tous les fichiers qu'il contient.

2.4.4 Organisation des études

Renommer. Cette commande permet de renommer le dossier sélectionné dans l'arborescence des répertoires.

Déplacer. Vous pouvez déplacer des dossiers en utilisant la technique du glisser déposer de Windows :

1. En conservant maintenu le bouton gauche de la souris pendant le déplacement du dossier sélectionné, vous verrez le dossier se déplacer jusqu'au lâché du bouton de la souris.

2. Lorsque vous lâchez le bouton de la souris un menu contextuel vous demande si vous voulez copier ou déplacer le dossier sélectionné, choisissez : « Transférer ici ».

Il est possible de créer plusieurs niveaux dans l’arborescence des dossiers.

Purger. Cette option permet de supprimer automatiquement de votre disque dur les fichiers qui ne sont pas indispensables pour réaliser les calculs. Il est bon d’effectuer cette manipulation lorsque une affaire est terminée, cela permet d’économiser de l’espace disque. Ces commandes s’appliquent aux programmes Arche et Effel.

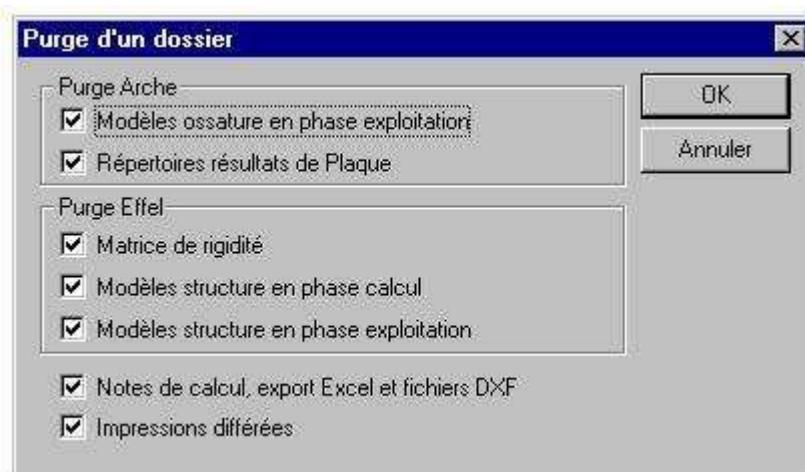


Fig. 2.5: Purge d’un dossier.

2.4.5 Éditions et impressions

Les programmes sont entièrement intégrés dans un environnement Windows, ce qui permet à l’utilisateur de paramétrier les périphériques d’impression souhaités :

- **Options Tracés** : pour l’impression des différents graphiques.
- **Options Notes** : pour l’impression des documents écrits.

Les impressions sont entièrement gérées par l’environnement Windows.

Les notes de calculs fournis par les programmes peuvent soit être simplement visualisées puis imprimées, soit éditées par l’utilisateur pour en modifier la mise en page ou encore rajouter des remarques. Pour cela, les logiciels sont fournis avec le **WordView** qui permet simplement de visualiser les documents écrits. L’utilisateur peut les éditer avec le **WordPad** (logiciel fourni d’office avec Windows). Cependant, il est également possible d’avoir recours à d’autres

logiciels pour visualiser ou éditer les documents écrits ; il suffit simplement pour cela de modifier les chemins du **Viewer** et l'éditeur dans la fenêtre correspond au menu **Configuration Environnement**.

2.5 Langues et normes

2.5.1 Choix des langues

Arche et Effel font une distinction entre :

- La langue d'utilisation
- La langue de production des documents

Il est tout à fait possible d'utiliser le logiciel en Anglais et de produire tous les documents (notes de calcul et tracés graphiques) en Allemand. La commande **Options\Localisation...** permet de choisir la langue d'utilisation des logiciels pilotés par **Graitec OMD** et la langue des documents créés. Il est également possible de mettre à jour en fonction du pays destinataire de l'affaire les libellés de la monnaie utilisée. La prise en compte immédiate ou différée du changement de langue est à l'appréciation de l'utilisateur.

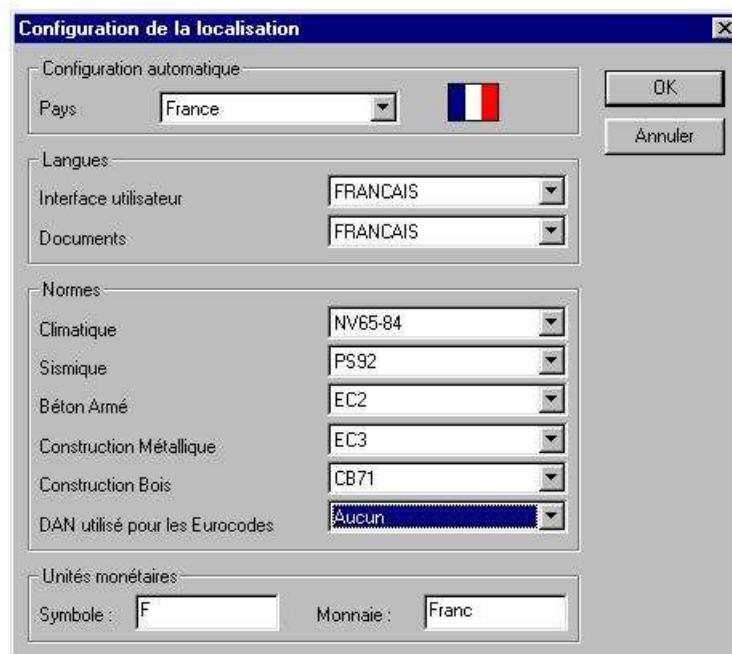


Fig. 2.6: Choix des langues.

2.5.2 Choix des normes

La commande **Options\Localisation...** permet également de choisir entre différentes normes relatives au béton, au métal, au bois.

Remarque : Si le choix d'une norme s'oriente vers un règlement Eurocode, il est nécessaire de sélectionner le Document d'application Nationale (DAN) associé.

Le résultat de cette commande a pour effet, de rafraîchir les vues contenant l'ensemble des icônes des programmes, en n'affichant que les icônes des programmes associés aux normes sélectionnées.

2.6 Conseils et astuces

Nous citons ici, une liste de conseils et d'astuces (cette liste est proposée dans le menu « ? / Astuces du jour »).

1. Pour créer un raccourci d'un programme sur le bureau. Cliquez avec le bouton droit de la souris sur l'icône du programme concerné.
2. En cliquant sur l'un des trois premiers boutons de la barre d'outils (Programmes, Modèles, Documents), vous pouvez choisir de n'afficher que les icônes associées soit aux programmes, soit aux modèles ou soit aux documents.
3. En double-cliquant sur l'icône d'un modèle, vous exécutez le programme associé en chargeant automatiquement le modèle.
4. En double-cliquant sur l'icône d'un document, vous exécutez la visionneuse définie dans le menu <Configuration\Environnement>, en chargeant automatiquement le document.
5. Pour changer le répertoire de travail. Choisissez le menu <Configuration\Environnement> puis modifier le champs d'édition réservé à cet effet.
6. Pour filtrer l'affichage des icônes des programmes, cliquez avec le bouton droit de la souris sur l'une des deux zones horizontales. Un menu contextuel apparaît, et vous permet de choisir le filtre que vous désirez (Arche, Effel, Tous...).
7. Pour suspendre l'animation, cliquez avec le bouton droit de la souris sur le cadre de l'animation. Un menu contextuel apparaît et vous permet de stopper l'animation Graitec.
8. Pour économiser de la place sur votre disque dur, vous pouvez supprimer physiquement les programmes dont vous n'avez pas les droits d'utilisation à l'aide du menu <Configuration\Désinstallation\Purger>.

2 La plate-forme Graitec OMD

9. En cas de problème technique, notre service technique vous demandera de lui envoyer le résultat de la commande <?Support technique>.
10. La plate-forme OMD vous permet de définir pour tous les modules la configuration des tracés (marges, orientation...) via le menu <Configuration\Tracés>.
11. Vous pouvez copier ou déplacer un dossier à l'aide du bouton gauche de la souris, en sélectionnant le dossier concerné et en glissant la souris vers la destination.
12. En changeant de dossier via l'arborescence de la plate-forme OMD, les modules s'exécuteront automatiquement dans le dossier spécifié. Par contre, en changeant le dossier actif dans un module, la prochaine exécution ne tiendra pas compte du nouveau dossier traité.
13. Il n'est pas nécessaire d'exécuter systématiquement Graitec OMD depuis le menu Démarre de Windows. Il est d'ailleurs préférable de se créer des raccourcis sur le bureau.

3 Arche

ARCHE est le regroupement des modules :

- Arche Ossature
- Arche Poutre
- Arche Poteau
- Arche Paroi fléchie
- Arche Voile
- Arche Dalle
- Arche Plaque
- Arche Semelle 3D
- Arche Longrine
- Arche Mur de soutènement
- Outils béton
- Calcul de section

Ossature est un programme de descente de charges, intégrant une CAO 3D pour la saisie, permettant de modéliser simplement tous les types de bâtiment, de les pré dimensionner, d'en effectuer la descente de charges en respectant les règlements en vigueur, puis de créer métrés, notes de calculs et plans. Les modules Poutre, Poteau, Paroi fléchie , Voile, Dalle, Plaque , Semelle 3D, Longrine , Mur de soutènement sont des modules dont la finalité première est de dimensionner, de réaliser des plans de ferraillage et des notes de calculs conformément au BAEL91 et au EC2. Ils sont regroupés sous l'appellation Modules de ferraillage.

3.1 Gestion des fichiers

3.1.1 Définition

Chaque module stocke ses données sous forme de fichiers. Un fichier comprend un nom plus une extension. Le nom du fichier est donné par l'utilisateur, celui de l'extension est donnée par le module. C'est un signe de distinction. Lorsqu'un module manipule un fichier, il le fait

toujours dans l'affaire en cours. Le fichier sur lequel le programme travail est affiché dans le bandeau de la fenêtre.



Dans ce cas, il s'agit du fichier **DEFAULT** dans l'affaire **INITIAL**.

3.1.2 Manipulation des fichiers

Il existe toujours un fichier par défaut, nommé **DEFAULT**. Il est vide et contient des choix de configuration par défaut. Si pour une raison quelconque il n'existe pas (si l'utilisateur l'a effacé par exemple), le module est capable d'en recréer un.

Lorsqu'on ouvre un nouveau fichier, il faut souvent lui donner un nom (certains modules génèrent un nom automatiquement). Lorsqu'on ouvre un fichier existant, après avoir travaillé dessus, on peut l'enregistrer sous un autre nom.

Il est aussi possible de supprimer un fichier.

3.1.3 Le fichier Default

Dans toute affaire, il y a un fichier **DEFAULT** pour chaque module. Si ce fichier n'existe pas, le module est capable d'en régénérer un. Chaque fois que vous lancez un module, vous démarrez avec le fichier **DEFAULT**. C'est à l'utilisateur de choisir ensuite le fichier avec lequel il désire travailler. Comme un fichier normal, le fichier **DEFAULT** contient des informations sur la configuration de l'application.

Chaque fois que vous créez un nouveau fichier, vous faites une copie des configurations du fichier **DEFAULT**. Vous pouvez même copier son contenu, si vous paramétrez cette option. Par conséquent, nous vous conseillons de vous servir du fichier **DEFAULT** afin d'y faire uniquement des choix de configurations, mais de ne jamais travailler dans ce fichier.

4 Arche Ossature

Le module **Arche Ossature** permet de modéliser un bâtiment, pré dimensionner (ou vérifier suivant si les dimensions des éléments sont fixées ou pas) les poutres, poteaux, voiles, dalles et fondations et calculer un métré et quantitatif global. En modélisant la structure d'un bâtiment (forme, nature, position, ...), les éléments extérieurs (nature du sol ...) et les charges appliquées (sismiques, de vent, d'exploitation, ...), le logiciel indique le cheminement des forces, détermine les sollicitations des différents éléments composant la structure et les pré dimensionne. Il permet aussi d'exporter ces éléments vers les modules appropriés pour le dimensionnement complet.

4.1 Généralités

4.1.1 Interface utilisateur

4.1.1.1 Description de l'écran

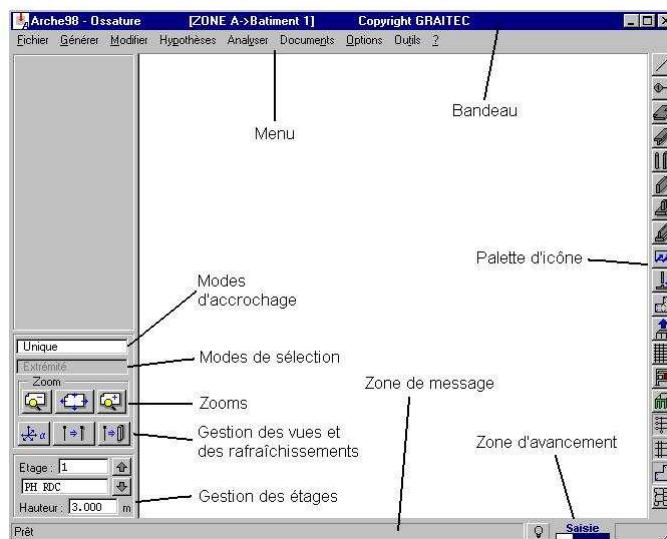


Fig. 4.1: Description de l'écran principal.

4 Arche Ossature

Le modèle généré par la saisie graphique de Ossature est un modèle 3D. Cependant, la saisie s'apparente à une saisie 2D, puisque la troisième dimension est déterminée automatiquement par hauteur d'étage.

Bandeau	Partie de l'écran où sont définis le titre de l'application, la version, et le nom du modèle et du dossier en cours.
Zone graphique	Zone de dessin et de représentation du modèle.
Zone de contrôle des statuts	Zone d'affectation des attributs à chaque élément de structure.
Menus de l'application	Menus regroupant l'ensemble des fonctionnalités de Ossature.
Palette d'icônes	Accès direct aux commandes usuelles.
Changement de vue	Modification de la vue courante par rotation et translation.
Zoom	Modification de la vue en cours par agrandissement ou rétrécissement.
Rafraîchissements d'écrans	Redessin du contenu de la zone graphique (avec ou sans les détails).
Contrôle des étages	Spécification du niveau actif (numéro). Modification des caractéristiques globales du niveau en cours.
Zone de messages	Zone d'information à propos de l'opération en cours.
Zone d'avancement	Avancement dans les phases de l'étude : Saisie, Analyse, Exploitation.

L'utilisation de Arche Ossature est très aisée. Les options sont facilement accessibles par l'intermédiaire de menus déroulants ou de palette d'icônes composant les commandes usuelles.

4.1.1.2 Menus de l'application

Les menus de l'application permettent d'accéder à toutes les fonctionnalités d'ossature par le biais des commandes suivantes :

Fichiers. Commandes de manipulation de fichier (ouverture, sauvegarde, ...) et d'échange de données avec d'autres applications.

Générer. Commandes de génération des éléments de structure, actives uniquement en phase de saisie, sauf celles du sous-menu habillage.

Modifier. Commandes d'édition de la modélisation graphique et de modifications des propriétés (attributs) des entités.

Hypothèses. Commandes donnant accès aux hypothèses concernant les propriétés du bâtiment, de ses éléments constitutifs, de ses chargements et des méthodes de calcul employées.

Analyser. Commandes de lancement des différentes phases de calcul du modèle et d'exploitation graphique des résultats.

Documents. Commandes de production de rapports divers et de documents graphiques.

Options. Commandes livrant l'accès aux fenêtres de paramétrage de l'application.

Outils. Commandes lançant des outils divers.

'?'. Commandes d'aides.

Ces commandes ne sont pas toujours actives. Certaines ne le sont que sous certaines phases de la modélisation (saisie, analyse, exploitation), d'autres seulement lorsque un ou plusieurs éléments sont sélectionnés.

4.1.1.3 Palettes d'icônes

Ces palettes donnent accès aux fonctions les plus usuelles des menus de l'application.

Remarque : Placer le curseur de la souris quelques instants sur un icône fait apparaître un texte d'explication de la fonction à cet endroit.

Mode de saisie.



1. Passer en phase de modélisation.
2. Créer des lignes d'aide à l'étage actif.
3. Créer des files de construction à l'étage actif.
4. Créer des dalles à l'étage actif.
5. Créer des poutres à l'étage actif.
6. Créer des poteaux à l'étage actif.
7. Créer des voiles à l'étage actif.
8. Créer des semelles isolées à l'étage actif.
9. Créer des semelles filantes à l'étage actif.
10. Créer des parois à l'étage actif.
11. Générer automatiquement des semelles adaptées sous chaque porteur.
12. Découper automatiquement les dalles de l'étage actif.
13. Associer les dalles sélectionnées.
14. Dissocier les dalles sélectionnées.
15. Créer un étage identique au-dessus de l'étage actif.
16. Visualiser (Oui/Non) la grille.
17. Borner la visibilité des étages à l'étage actif.
18. Ne laisser afficher que les entités sélectionnées.
19. Visualiser (Oui/Non) les files de construction.
20. Visualiser (Oui/Non) les lignes d'aide.
21. Visualiser (Oui/Non) les dalles.
22. Voir la vue en plan de l'étage actif.
23. Visualisation de la structure dans le module Vision (rendu réaliste).
24. Visualiser les impacts des éléments de l'étage supérieur.
25. Générer automatiquement les ressauts.

Mode d'analyse.



1. Ouvrir le fichier de "Saisie" du fichier en cours.
2. Lancer le calcul.
3. Partager les dalles de l'étage actif.
4. Sonder les éléments sélectionnés.
5. Montrer les liaisons entre les éléments.
6. Afficher la modélisation aux éléments finis de la structure.
7. Borner la visibilité des étages à l'étage actif.
8. Afficher le numéro des poutres.
9. Afficher le numéro des voiles.
10. Couleurs d'affichage en fonction des erreurs du modèle.
11. Couleurs d'affichage en fonction des appuis des entités.
12. Couleurs d'affichage en fonction de l'existence du pré dimensionnement.
13. Couleurs d'affichage en fonction des matériaux des entités.
14. Couleurs d'affichage en fonction des attributs des entités.
15. Ne laisser afficher que les entités sélectionnées.
16. Visualiser (Oui/Non) les files de construction.
17. Visualiser (Oui/Non) les lignes d'aide.
18. Visualiser (Oui/Non) les dalles.
19. Voir la vue en plan de l'étage actif.
20. Visualisation de la structure dans le module Vision (rendu réaliste).
21. Visualiser les impacts des éléments de l'étage supérieur.

Mode d'exploitation.



1. Ouvrir le fichier de "Saisie" du fichier en cours.
2. Partager les dalles de l'étage actif.
3. Sonder les éléments sélectionnés.
4. Sonder les éléments sélectionnés vers le haut.
5. Montrer les liaisons entre les éléments .
6. Afficher la modélisation aux éléments finis de la structure.
7. Afficher les charges sur les poutres.
8. Afficher les charges sur les poteaux.
9. Afficher les charges sur les voiles.
10. Afficher les charges sur les semelles isolées.
11. Afficher les charges sur les semelles filantes.
12. Actions des éléments sélectionnés sur le reste de la structure.
13. Fiche du ou des élément(s) sélectionné(s).
14. Note analytique de descente de charges.
15. Métré et ratios de la structure.
16. Borner la visibilité des étages à l'étage actif.
17. Faire fonctionner "Zoom+" et "Recadre" à une échelle précise.
18. Passer en mode aperçu avant impression.
19. Appel au module de Arche correspondant à l'entité sélectionnée.
20. Ne laisser afficher que les entités sélectionnées.
21. Visualiser (Oui/Non) les files de construction.
22. Visualiser (Oui/Non) les dalles.
23. Passer à la vue en plan de l'étage actif.
24. Visualiser la structure dans le module Vision (rendu réaliste).
25. Visualiser les impacts des éléments de l'étage supérieur.

4.1.2 Démarche générale

Dans Arche Ossature, vous allez :

1. Modéliser votre bâtiment : **Étape de Saisie**.
2. Pré dimensionner (ou vérifier suivant si les dimensions des éléments sont fixées ou pas) les éléments structuraux du bâtiment : **Étape d'Analyse**.
3. Exploiter les résultats soit graphiquement soit sous forme de documents écrits : **Étape d'Exploitation**.

Ces trois étapes ont lieu dans le module Ossature au cours de trois phases distinctes, successives et obligatoires. L'indicateur donnant l'état dans lequel on se trouve, est en bas à droite de l'écran.



Fig. 4.2: Indicateur de l'état d'étude.

- **En saisie :** Modélisation du bâtiment en utilisant des éléments de structure (poutres, poteaux, voiles, etc.), chargements, gestion des hypothèses (dégression des charges, taux de travail du sol, paramètres de pré dimensionnement, etc.).

ANALYSER-VÉRIFIER ; ANALYSER-MODÉLISER

- **En calcul :** Vérification du partage des dalles par la visualisation des lignes de rupture, visualisation du cheminement des charges et impression de plans de repérages.

ANALYSER-CALCULER DDC ; ANALYSER-CALCULER FERRAILLAGE

- **En exploitation :** On peut exploiter les résultats soit graphiquement soit sous forme de documents écrits (Note de DDC, Métré quantitatif et estimatif, Descente de charge graphique).

Les éléments Poutres, Poteaux, Semelles, Voiles, Dalles, etc. peuvent être exportés vers les modules de ferraillage appropriés avec reprise automatique des résultats de la descente de charge.

Remarque :

1. Un seul résultat de calcul est disponible par étude ; c'est à dire que pour plusieurs calculs sur différents modèles d'une même étude seul le dernier modèle calculé sera accessible en phase d'exploitation.
2. On peut repasser du modèle d'**Exploitation** au modèle de **Saisie**, du modèle de **Calcul** au modèle de **Saisie**, à l'aide de l'icône : Dans tous les cas il ne faut pas reprendre la saisie sur le fichier en cours mais **REOUVrir** le fichier de **Saisie**.

4.1.3 Hypothèses bâtiment

La première chose à faire pour modéliser un bâtiment est de définir les caractéristiques principales du bâtiment que l'on va étudier et définir également la variante que l'on veut étu-

4 Arche Ossature

dier. Lorsque l'utilisateur crée son premier fichier (**Fichier Nouveau**), la fenêtre “Hypothèses bâtiment” apparaît automatiquement à l'écran.

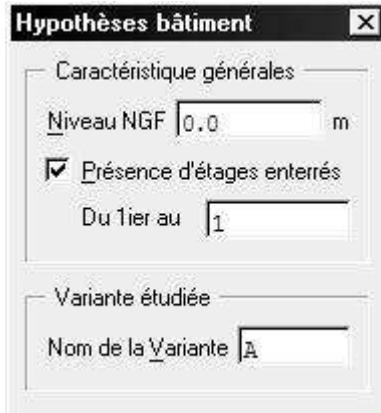


Fig. 4.3: Caractéristiques générales d'un bâtiment.

On définit dans cette fenêtre les caractéristiques générales du bâtiment :

- Le niveau NGF qui correspond à la face supérieure des semelles.
- Indiquer s'il y a présence d'étages enterrés pour que le générateur climatique puisse en tenir compte.
- Le nom de la variante étudiée. Plusieurs variantes d'un même bâtiment peuvent être étudiées au sein d'une même affaire.

La saisie d'un bâtiment se fait étage par étage. La gestion des étages (hauteur ou étage courant) se fait directement à partir de la fenêtre située en bas à gauche de l'écran.



Fig. 4.4: Gestion des étages.

- L'utilisateur peut modifier le nom de l'étage.
- La hauteur de l'étage peut être modifiée à tout moment. Les éléments se recalent automatiquement.

Remarque : La notion d'étage dans ossature correspond plus à la notion de niveau que la notion d'étage, on ne peut en effet avoir qu'un seul niveau de plancher par étage.

4.2 Saisie des éléments

4.2.1 Choix du mode d'accrochage

Lorsque l'on active la génération d'une entité, le curseur est en forme de croix, et on a accès aux modes d'accrochage situés dans le menu en bas à gauche de l'écran. Ce menu est également accessible n'importe où à l'écran par "Alt+S" en raccourci clavier.

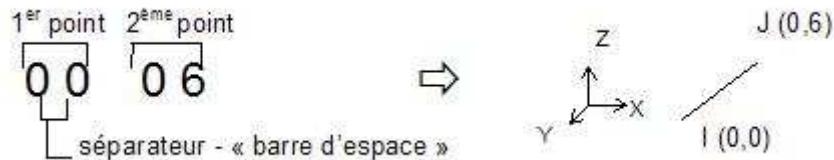


Fig. 4.5: Modes d'accrochage.

Il existe différents modes d'accrochage.

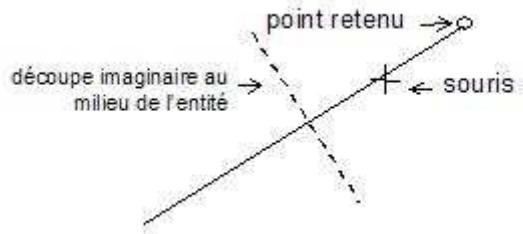
Grille*. Le point est créé à l'intersection de la grille la plus proche de l'endroit où se trouvait le viseur quand le bouton gauche de la souris s'est trouvé enfoncé (il faut que la grille soit affichée).

Clavier. On entre au clavier les coordonnées (X, Y) du point qu'on va créer. Le séparateur utilisé entre les coordonnées est la "barre d'espace".

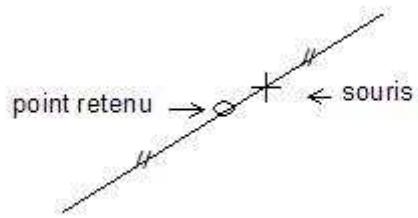


4 Arche Ossature

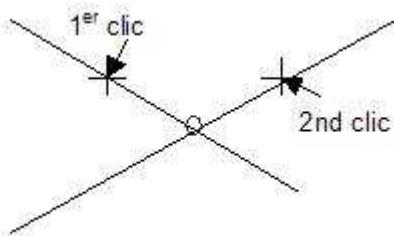
Extrémité*. Le point est créé à l'extrême la plus proche de l'élément sur lequel on clique.



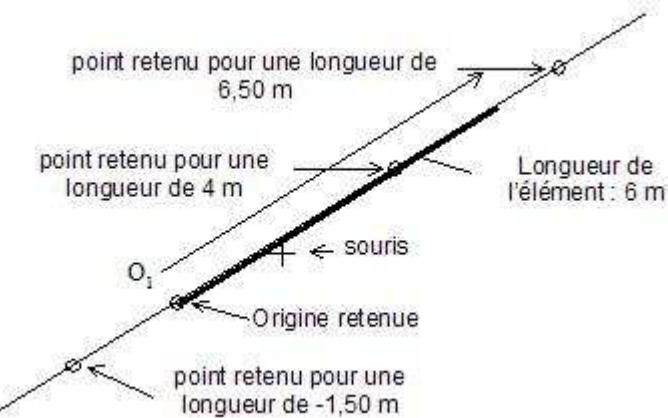
Milieu*. Le point est créé au milieu de l'élément de l'élément sur lequel on clique.



Intersection*. Le point est créé à l'intersection des deux éléments sur lesquels on a successivement cliqué. Ce fonctionnement permet de ne pas cliquer à proximité de l'intersection.



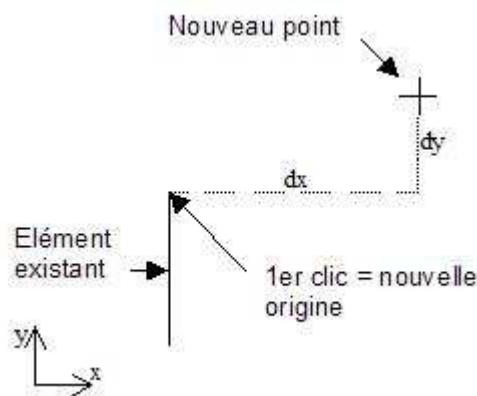
Longueur*. Le point est accroché sur l'axe de l'élément sur lequel on a cliqué à une distance de l'extrême la plus proche de l'endroit du clic qu'on saisit dès lors (avec un signe dans le repère local lié à l'extrême intéressée).



Perpendiculaire*. Il y a deux manières d'utiliser le mode perpendiculaire :

- Si on a déjà le premier des deux points composant un filaire et qu'on souhaite voir le nouvel élément perpendiculaire à un autre. On clique trois fois sur ce dernier : le positionnement est automatique.
- Si on souhaite placer un point dans le repère local propre à une extrémité d'un élément : On saisit les deux grandeurs successivement x et y , valeurs demandées par le logiciel après que le clic de la souris ait donné extrémité origine.

Relatif*. Le programme demande les coordonnées du point à ajouter dans le repère qui a pour origine le point remarquable le plus proche duquel on a cliqué et dont les axes sont parallèles à ceux du repère GLOBAL.



Magnétique. Un point est créé à l'endroit remarquable le plus proche (intersection, extrémité, etc.) sauf si aucun de ceux ci ne se trouve à proximité, auquel cas c'est le point le plus proche de l'élément le plus proche qui est choisi.

Poteaux. Permet d'accrocher rapidement un poteau en vue de dessus.

* : *Quand un mode de création fait appel à un point remarquable (extrémité, etc.), il vaut mieux ne pas cliquer exactement sur ce point mais à sa proximité sur l'élément auquel il appartient. Le programme trouve tout seul le point remarquable attendu par le mode d'accrochage choisi.*

Exemple : Dans le cas où plusieurs poutres se croisent à un endroit : pour créer un point à l'intersection de deux d'entre elles : si on clique à l'intersection même on ne sait pas quelle poutre on vient de choisir et donc on ignore sur laquelle cliquer à nouveau pour terminer la définition de l'intersection.

Remarque : On peut changer de vue et de mode d'accrochage entre la création de deux points d'un même élément.

4.2.2 Choix du mode de sélection

Lorsque le curseur de la souris est en forme de main (il n'y a aucune fonction activée), l'utilisateur a accès aux modes de sélection qui sont situés en bas à gauche de l'écran (au-dessus du menu d'accrochage). Ce menu est également accessible par "Alt+S" en raccourci clavier.



Fig. 4.6: Modes de sélection.

Si l'utilisateur est en cours de fonction, il est facile de reprendre la main soit en appuyant sur la touche "Echap", soit en cliquant sur le bouton droit de la souris.

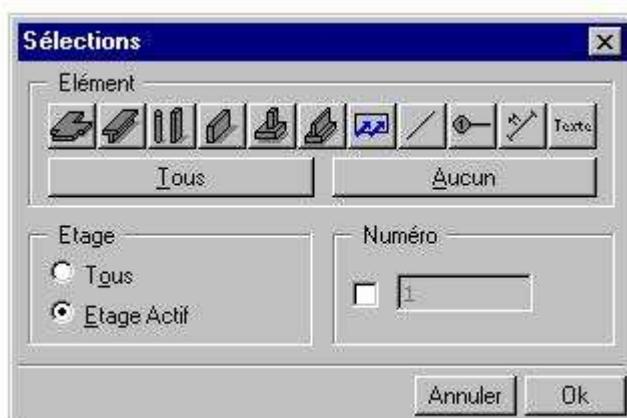
L'utilisateur peut choisir un des modes de sélection suivants :

Unique. c'est la fonction active par défaut. Elle permet une sélection une par une des entités ; les sélections se cumulent. Pour désélectionner une entité, il suffit de la recliquer.

Fenêtre. Cette fonction permet la sélection des entités entièrement comprises dans la fenêtre. Pour utiliser ce mode :

1. Activer la fonction fenêtre.
2. Cliquer le premier coin de la fenêtre.
3. Cliquer le coin diagonalement opposé.

Type. Permet une sélection par type d'entités, éventuellement suivant le ou les numéros et l'appartenance à l'étage courant.



Affichage. Permet une sélection de l'ensemble des entités affichées à l'écran.

Tout. Permet de sélectionner toutes les entités (même celles nonaffichées).

Danger : risque de modification sur des entités non visibles (c'est à dire ceux désactivés à l'affichage).

Annule. Permet de désélectionner les entités précédemment sélectionnées.

Inverse. Permet d'inverser une sélection . Ainsi, les éléments non sélectionnés sont sélectionnés et les éléments sélectionnés sont désélectionnés.

Critère. Permet de sélectionner les éléments suivant différents critères : par matériaux, par pré dimensionnement, par erreur ...

4.2.3 Menu Modifier

4.2.3.1 Modifier/Étages

La fenêtre "Modification des étages" permet la gestion des étages soit par copie intégrale, soit en créant un étage vide en ne dupliquant qu'une partie des éléments. Cette fenêtre permet également de supprimer l'étage actif (situé en bas à gauche de l'écran). Cette fonction n'est active que en phase de saisie.



Fig. 4.7: Modification des étages.

4.2.3.2 Modifier/Attributs

Les fonctions de cette option permettent de modifier un ensemble d'éléments : modification des dimensions, des matériaux, des chargements externes. Les fonctions Associer/Dissocier dalles, permettent d'établir ou de supprimer la continuité entre plusieurs panneaux de dalles.

4.2.3.3 Modifier/CAO

Les principales fonctions de cette option sont :

Copier. Cette fonction permet la copie d'entités par :

- Translation (vecteur).
- Rotation (point + axe + angle).
- Symétrie (point + plan).

La copie peut être multiple en précisant le "nombre de copies". On peut également copier les éléments d'un niveau à l'autre.

4 Arche Ossature

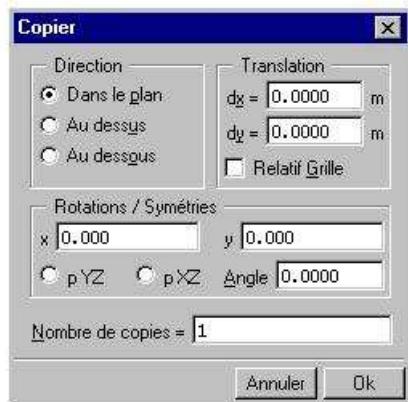


Fig. 4.8: Copie d’éléments.

NB : On peut utiliser la commande *Outils/Coordonnées* afin de pouvoir récupérer automatiquement les coordonnées d’un vecteur de translation, ou bien les coordonnées d’un centre de rotation ou symétrie. Cette commande doit alors être intercalée entre la sélection de l’élément et la fonction “**Modifier/CAO**”.

Déplacer. Permet le déplacement d’entités par :

- Translation (vecteur).
- Rotation (point + axe + angle).
- Symétrie (point + plan).

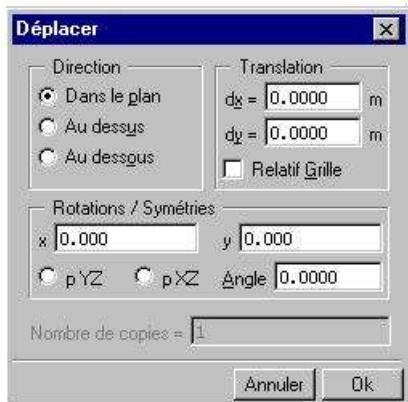


Fig. 4.9: Déplacement d’éléments.

NB : *La remarque concernant l'utilisation de la commande Outils/Coordonnées pour la fonction "Copier" est valable ici.*

Supprimer. Cette fonction permet la suppression d'entités.

Relimiter. Permet un allongement ou un raccourcissement d'entités. Pour ce faire, on procède de la manière suivante :

1. Sélection une ou plusieurs entités à relimiter.
2. Menu Modifier/CAO/Relimiter ⇒ la souris se transforme en une paire de ciseaux.
3. Cliquer sur l'entité servant de frontière à la relimitation.

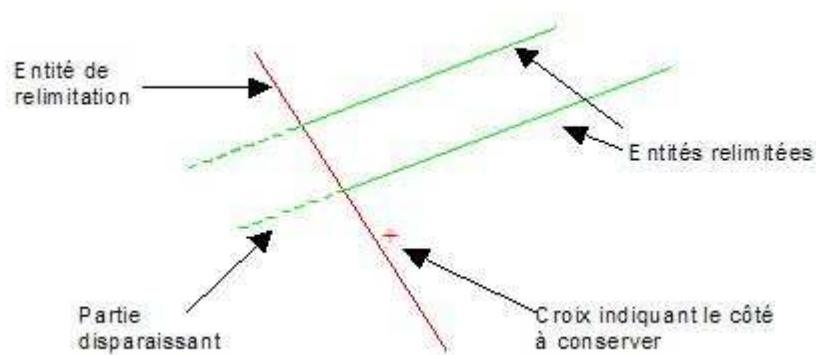


Fig. 4.10: Relimitation d'éléments.

Couper. La procédure est identique à celle de relimitation, sauf qu'au lieu d'être modifié, chaque objet est divisé en deux éléments indépendants.

4.2.4 Les éléments

4.2.4.1 Les lignes d'aide et les files de construction

Les lignes d'aide sont considérées comme telle et n'ont donc aucune propriétés mécanique. Lors de l'import d'un fichier **DXF** en importation globale (**Fichier-Importer-DXF**), les traits importés sont considérés comme des lignes d'aides. Elles sont saisies en utilisant les différents modes d'accrochage et définies par deux points.

Les files de construction sont gérées différemment : elles ne sont saisies que par un seul point, appelé "point d'insertion". L'utilisateur fixe à l'avance dans la fiche de statut, qui apparaît en haut à gauche de l'écran en cliquant sur l'icône de la file de construction, la longueur, l'angle d'inclinaison et le nom de la file de construction. Il faut préciser également le placement du point d'insertion de la file (début, milieu ou fin de la file).

Les files de construction et lignes d'aide peuvent être affichées ou non à l'écran par un simple clic sur l'icône correspondant en bas à droite de l'écran.

On peut également modifier le type ou le style de ligne pour l'affichage des files de construction ou des lignes d'aide en passant par le menu **Option-Affichage**.

4.2.4.2 Les éléments de construction

La saisie des éléments de construction peut se faire soit à partir du menu correspondant "**Générer**", soit à partir de la barre d'icônes située à droite de l'écran. Lorsque l'on crée un élément, on a une fiche de **statut** qui apparaît et qui résume l'intégralité des caractéristiques de l'élément créé.

Dalles On définit les caractéristiques des dalles dans la fiche de statut suivante :



Fig. 4.11: Saisie de dalles.

Indication du sens de portée. L'utilisateur peut imposer un sens de portée aux dalles (deux sens porteurs : un sens horizontal ou un sens vertical). Il est également possible de définir un sens de portée quelconque en modifiant les coefficients porteurs pour chaque côté et ce dans la fenêtre "Sens de portée", qui apparaît en cliquant sur l'option **définition** dans la fiche de **statut**.

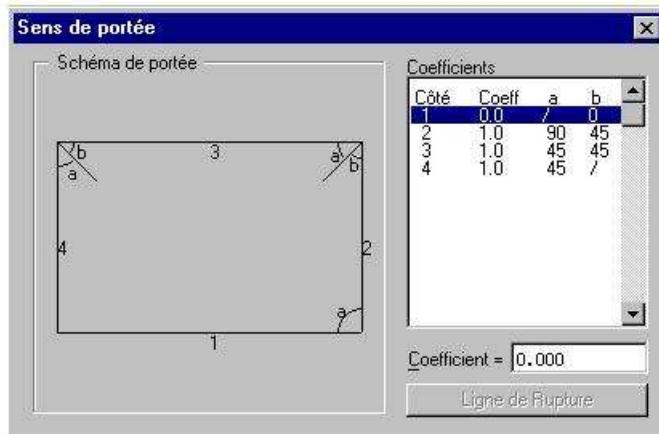


Fig. 4.12: Sens de portée.

Fonctionnement. L'utilisateur a la possibilité d'imposer un fonctionnement de plancher ou de laisser une détection automatique du fonctionnement. Il existe trois types de planchers :

- Plancher Courant : il s'agit d'une dalle qui est supportée sur sa périphérie par des appuis linéaires et qui n'est soumise qu'à des charges surfaciques uniformément réparties.
- Plancher Dalle : il s'agit d'une dalle qui est supportée en partie ou en totalité par des appuis ponctuels.
- Plancher Reprise : ce cas correspond parfaitement aux planchers de reprise dans les constructions, c'est-à-dire que la dalle doit reprendre des charges ponctuelles ou des charges linéaires (voile qui retombe sur une dalle par exemple).

Dans le cas où l'utilisateur utilisera la méthode des éléments finis "MEF" pour réaliser la descente de charges "DDC", le fonctionnement de la dalle influera sur la modélisation qui sera faite aux éléments finis. Cela influera également à l'export vers le module de ferraillage. Une dalle courante sera exportée vers le module dalle, alors que les planchers dalles ou les planchers de reprise seront exportés vers le module plaque.

Chargement. Le bouton **Chargement** ouvre une fenêtre permettant d'appliquer une charge "externe" (en plus de la descente de charges) répartie sur toute la dalle.

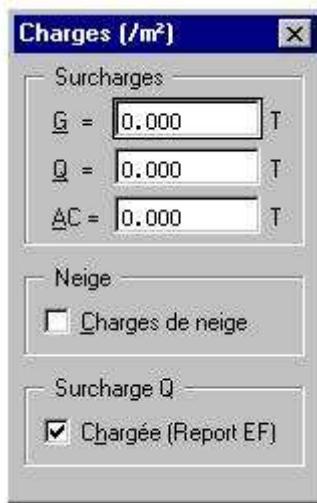


Fig. 4.13: Chargement.

Les charges à générer sont :

- **G** : Charges permanentes hors poids propre de la dalle.
- **Q** : surcharges d’exploitation.
- **AC** : Partie des charges permanentes appliquées après les cloisons.

Attention à la valeur des charges permanentes saisies dans AC. On peut avoir deux cas de figure, soit on prend dans AC une partie des charges permanentes, soit on prend les charges AC en plus des charges permanentes, elles sont dans ce cas considérées comme un autre cas de charges permanentes. Le choix se fait dans **Hypothèses–Méthodes de calcul–Prédim**.

Remarque :

1. Pour qu’un chargement de neige ou vent soit généré sur la dalle lors du calcul climatique, on coche la case **Charges de neige** et/ou **Charges de vent** dans la fenêtre **Charges**.
2. La dalle ne reprend pas par défaut de charge autre que répartie sur toute sa surface.

Matériaux. Un matériau est associé à chaque entité. On le choisit dans un catalogue que l’on peut compléter et/ou modifier. La création d’un nouveau matériau se fait en deux étapes ; on décrit dans un premier temps les caractéristiques mécaniques du matériau (**Hypothèses–Matériaux**) puis on décrit toutes les données nécessaires pour le pré dimensionnement et le métré quantitatif et estimatif du bâtiment (**Hypothèses–Méthodes de calcul–Prédim**).

Dimensions. Ce sont les dimensions et le ratio d’acier de l’entité.

- épaisseur : épaisseur de la dalle.
- R (/m²) : quantité d'acier par mètre carré de dalle.

Lorsque l'utilisateur impose une dimension, le logiciel se contente de vérifier les dimensions imposées, par la fonction **Analyser–Vérifier–Dimensions**, et éventuellement d'envoyer un message d'avertissement si l'épaisseur est insuffisante.

Si une ou plusieurs valeurs est laissée à 0, Ossature se chargera de pré dimensionner automatiquement l'élément au niveau des dimensions et des ratios d'acières, en respectant les valeurs non nulles.

Hypothèses MEF. Par défaut : cette case donne accès aux différentes modélisations éléments finis de la dalle. Si l'utilisateur impose une modélisation dans cette case, les paramètres de **Hypothèses–Méthodes de calcul DDC–Méthode Elements finis** sont ignorés pour cet élément en particulier. Les modélisations disponibles sont :

- Non modélisée.
- diaph. Indéformable.
- Maillage de coque.

X/Y : il s'agit de la dimension des mailles utilisées lors d'un calcul aux éléments finis. La valeur par défaut est de 0.9 m par 0.9 m. Ces dimensions sont utilisées telles quelles pour un calcul de contreventement, une descente de charges complète aux éléments finis, ou simplement un calcul de dalle local aux éléments finis. Par contre lors de l'export de la dalle pour un calcul dans le module Plaque : la plus petite des deux dimensions est conservée pour générer des mailles carrées.

Report de charges. On choisit la méthode employée pour le report des charges :

- Lignes de rupture : le logiciel reporte les charges suivant les lignes de ruptures déterminées en fonction des sens de portée imposés (voir paragraphe "Indication du sens de portée " ci-dessus).
- Report EF : le logiciel va mailler la dalle et faire un petit calcul Éléments Finis de façon à reporter les charges en fonction de la rigidité dans chaque direction.

Il y a possibilité de rester en détection automatique. Dans ce cas, le logiciel déterminera automatiquement la méthode à employer selon le fonctionnement de la dalle.

Poutres On définit les caractéristiques des poutres dans la fiche de statut suivante :

4 Arche Ossature



Fig. 4.14: Saisie de poutres.

Conditions aux limites. **Début** ou **Fin** permet de modifier la condition d'appui à l'origine ou à l'extrémité de la poutre. Par exemple, si une poutre repose ne repose que sur un poteau à l'une de ses extrémités, elle ne sera stable que si on active l'encastrement correspondant à cette extrémité.

Classe de la poutre. **Principale** : si cette case est cochée la poutre est principale. Ceci permet de distinguer les poutres primaires des poutres secondaires lorsque celle-ci se croisent, et que le logiciel ne peut pas déterminer automatiquement le rang. Par définition une poutre secondaire repose sur une poutre primaire. Attention car si une poutre doit être suspendue à un voile, l'attribut "Principale" doit être désactivé, et l'attribut "Poutre Voile" du voile doit, lui, être activé (voir paragraphe sur les voiles). Dans le cas des intersections des poutres, le logiciel a plusieurs règles qu'il applique suivant le cas de figure de façon à déterminer les poutres porteuses et celles portées.

⇒ Lorssqu'il y a un poteau à l'intersection de deux poutres, il n'y a pas d'hésitation possible, toutes les poutres sont primaires.

⇒ Lorssqu'il n'y a pas de poteau à l'intersection de deux poutres, plusieurs configurations sont possibles :

- Configuration en croix :

4 Arche Ossature

1. Les deux poutres sont "Principales", alors Ossature détectera une erreur lors de la modélisation.
2. Aucune des deux poutres n'est "Principale", alors Ossature détectera une erreur lors de la modélisation.
3. Une poutre est "Principale", l'autre ne l'est pas, Ossature coupera automatiquement la poutre "Non–Principale" sur la poutre "Principale".

– Configuration en "T" :

1. Les deux poutres sont "Principales", alors Ossature détectera que la poutre numéro 2 repose sur la poutre numéro 1.
2. Aucune des poutres n'est "Principale", alors Ossature détectera que la poutre numéro 2 repose sur la poutre numéro 1.
3. Une poutre est "Principale", l'autre ne l'est pas, Ossature coupera automatiquement la poutre "Non–Principale" sur la poutre "Principale".

– Configuration en "L" :

1. Les deux poutres sont "Principales", alors Ossature fera reposer la poutre de numéro le plus élevé sur celle de numéro le plus faible.
2. Aucune des deux poutres n'est "Principale", alors Ossature fera reposer la poutre de numéro le plus élevé sur celle de numéro le plus faible.
3. Une poutre est "Principale", l'autre ne l'est pas, Ossature fera reposer la poutre "Non–Principale" sur la "Principale".

– Poutre console : Dans le cas d'une poutre console, si elle ne repose que sur un seul appui, la poutre doit être encastrée à cette extrémité (défini dans la zone de statuts).

Chargement. L'utilisateur a la possibilité d'appliquer sur les poutres des charges en plus de la descente de charges et ce directement dans la fiche de statut de la poutre. On peut appliquer des charges (externes) ponctuelles, linéaires ou triangulaires sur une partie ou sur la totalité de la travée. Pour ce faire, on clique sur le bouton **Changement** ; la fenêtre **Charges** apparaît.

Matériaux. On peut, comme pour n'importe quel élément de structure, définir un matériau quelconque pour les poutres (voir le cas de "Dalles").

Dimensions. L'utilisateur a la liberté d'imposer les deux dimensions de la poutres ou bien de laisser les dimensions nulles auquel cas le logiciel se chargera du pré dimensionnement. Il est également possible de n'imposer qu'une seule des deux dimensions.

Poteaux On définit les caractéristiques des poteaux dans la fiche de statut suivante :



Fig. 4.15: Saisie de poteaux.

Coefficients de flambement et dégression verticale. On désigne par k le coefficient de flambement du poteau (coefficient de liaison). Ce coefficient permet de définir la longueur de flambement du poteau : $L_f = k \cdot L$; où L est la hauteur de l'étage. La hauteur de l'étage est calculée de dessus de dalle à dessus de dalle. Par défaut le coefficient k vaut 1.

Le paramètre dq correspond au coefficient multiplicatif permettant de prendre en compte la dégression verticale des surcharges d'exploitations (voir **Modifier- Attributs-Dégression**). Ce coefficient n'est actif que si l'option de prise en compte des dégressions verticales a été sélectionnée dans la fenêtre : **Hypothèses / Méthodes de Calcul-DDC / Méthode Réglementaire**.

Angle d'orientation. Cet angle correspond à l'orientation du poteau en plan par rapport aux axes du repère global.

4 Arche Ossature

Forme. Il existe différentes formes de section de poteau. Les attributs de dimensions sont activés suivant celle choisie :

- Si la section carrée est enfoncée : seul a , le côté du carré est actif.
- Si la section rectangle est enfoncée : seuls a et b , les côtés du rectangle sont actifs.
- Si la section circulaire est enfoncée : le diamètre \odot est actif.

Chargement. Le bouton **Chargement** ouvre une fenêtre permettant d'appliquer des charges "externes" ponctuelles en tête de ce poteau (en plus de la descente de charges).

Matériaux. Idem que les autres éléments.

Dimensions. Tout comme les autres éléments, on peut ou pas imposer des dimensions en plan du poteau, la hauteur du poteau étant automatiquement callée sur la hauteur de l'étage. On peut également donner le ratio d'acières (ou quantité d'acières) du poteau.

- a, b : longueur, largeur de la section quand elle est rectangle ou carrée.
- \odot : diamètre du poteau quand il est circulaire.
- R (/ml) : quantité d'acières par mètre linéaire de poteau.

Voiles On définit les caractéristiques des voiles dans la fiche de statut suivante :



Fig. 4.16: Saisie de voiles.

Taux de remplissage et coefficient de dégression.

- T_x : Ce coefficient, appelé taux de remplissage, permet d'indiquer un pourcentage d'ouverture non localisé avec précision dans le voile. Si la valeur 80 % est saisie (soit un coefficient de 0.80), alors 80 % du poids propre du voile est pris en compte dans le calcul de descente de charges. Par défaut le taux de remplissage est 100 %.
- dq : Ce paramètre correspond au coefficient multiplicatif permettant de prendre en compte la dégression des surcharges d'exploitation. Ce coefficient fonctionne sur le même principe que pour les poteaux.

Situation. La situation du voile influe sur le calcul du ratio d'acier (ou quantité d'acières) du voile. Il existe deux situations : **Intérieur** ou **Extérieur**.

Fonctionnement. Pour faire apparaître les différents types de voiles, on clique sur la case **Détection auto**.

- **Voile courant** : voile ne reprend pour chargement que les efforts s'appliquant sur son arête supérieure, ou issus d'autres voiles le coupant. Les efforts diffusent avec un angle propre au matériau.
- **Poutre voile** : voile capable de reprendre des charges en fibre inférieure et de les relever jusqu'à ses appuis.
- **Console** : voile en console capable de reprendre des charges en fibre inférieure et de les relever jusqu'à son appui.
- **Détection auto** : Ossature détermine seul le type du voile.

Chargement. Le bouton **Charges** ouvre une fenêtre permettant d'appliquer des charges (externes) ponctuelles, réparties ou triangulaires sur tout ou une partie du voile.

Matériaux. Idem que pour les autres éléments.

Dimensions. Comme pour les autres éléments, on a la possibilité d'imposer ou de laisser libre l'épaisseur et le ratio d'acières (ou quantité d'acières) du voile. La hauteur étant automatiquement calée sur celle de l'étage.

Hypothèses MEF. La case **Par défaut** permet de définir le type de modélisation que l'on veut appliquer afin de créer le modèle éléments finis. Si l'utilisateur impose une modélisation dans cette case, les paramètres de **Hypothèses / Méthode de calcul-DDC / Méthodes**

Éléments finis sont ignorés pour cet élément en particulier. Les modélisations disponibles sont :

- Croix indéformable.
- Poutre équivalente.
- Maillage Coques.

Semelles isolées On définit les caractéristiques des semelles isolées dans la fiche de statut suivante :



Fig. 4.17: Saisie de semelles isolées.

Angle d'orientation. Cet angle correspond à l'angle d'orientation en plan de la semelle par rapport au repère global.

Chargement. En utilisant le bouton **Chargement** on peut appliquer une charge (externe) ponctuelle en tête de semelle isolée qu'on paramètre en G, Q et AC.

Matériaux. Idem que pour les autres éléments.

Dimensions. Idem que pour les autres éléments.

Semelles filantes On définit les caractéristiques des semelles filantes dans la fiche de statut suivante :

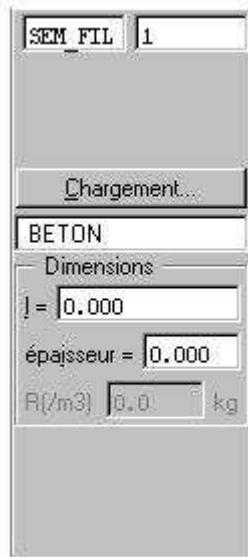


Fig. 4.18: Saisie de semelles filantes.

Changement. L'utilisateur peut appliquer des charges (externes) ponctuelles ou réparties sur une partie ou toute la semelle.

Matériaux. Idem que pour les autres éléments.

Dimensions. On peut ou pas imposer les dimensions de la semelle filante et son ratio d'acières (ou quantité d'acières).

- l : largeur de la semelle.
- épaisseur : épaisseur de la semelle.
- R (/m³) : quantité d'acières par mètre cube de semelle.

Comme pour les autres éléments, si une ou plusieurs valeurs est laissée à 0, Ossature prédimensionne la semelle, en respectant les valeurs non nulles. Si les valeurs sont imposées, elles peuvent être vérifiées par la fonction **Analyser / Vérifier / saisie**.

4.2.5 Gestion de l'affichage

Pour gérer l'affichage de la structure et des autres éléments, il existe deux moyens.

4.2.5.1 Gestion générale de l'affichage

Le contrôle de l'affichage se fait par le menu **Options / Affichage**.

Par défaut la structure est visualisée sous forme filaire. Pour visualiser les détails demandés, il suffit de cliquer sur l'icône correspondant (situé en bas à gauche de l'écran). Cette fonction est accessible par "Alt+E" en raccourci clavier.

Le menu **Options / Affichage** fait apparaître une fenêtre qui se décompose en deux sous-fenêtres :

- La première sous-fenêtre correspond aux éléments de structure (poutres, poteaux, voiles,etc.).
- La deuxième sous-fenêtre correspond aux autres éléments (lignes d'aide, files de constructions, cotation, etc.).

Affichage-structure. Pour chaque type d'élément de structure il est possible de paramétrer l'affichage :

- Élément : Les éléments d'une famille sont affichés si la case correspondante est cochée.
- Nom : Les numéros des éléments d'une famille sont affichés si la case correspondante est cochée.
- Chargement : Les chargements appliqués par l'utilisateur aux éléments d'une famille sont affichés si la case correspondante est cochée.
- Dimensions : En activant la case correspondante, l'équarrissage des éléments apparaît lors d'un rafraîchissement en mode "détail".

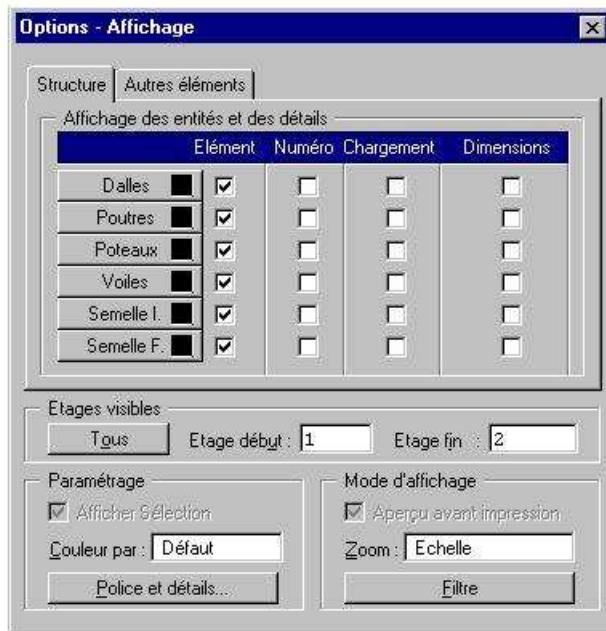


Fig. 4.19: Affichage des éléments de structure.

Remarque :

- Chargement et dimensions sont des détails, pour les afficher il faut régénérer l'écran avec la fonction de rafraîchissement, accessible par "Alt+Q" en raccourci clavier.
- Le bouton portant le nom d'un élément donne accès par un simple clic à sa couleur d'affichage.

Affichage-Autres éléments.

- **Affichage des entités et des détails :** Pour chaque type d'élément de cet onglet, il est possible de paramétrer l'affichage. Trois paramètres sont accessibles, chacun par une colonne de boutons ou cases à cocher.
- **Elément :** L'élément de la famille correspondante est affiché, si la case correspondante est cochée.
- Style de ligne : Un clic sur ce bouton affiche les différents styles de ligne accessibles.
- Police : Permet d'ajuster la taille des polices de caractère relative aux éléments de la ligne correspondante.

Il est possible de modifier la couleur d'affichage de chaque élément en cliquant sur le bouton d'élément correspondant.

- **Etages visibles :** Ne laisse visible à l'écran que les étages dont les numéros sont entre

ceux spécifiés dans **Etage début** et **Etage fin**. **Tous** : affiche tous les étages du modèle.

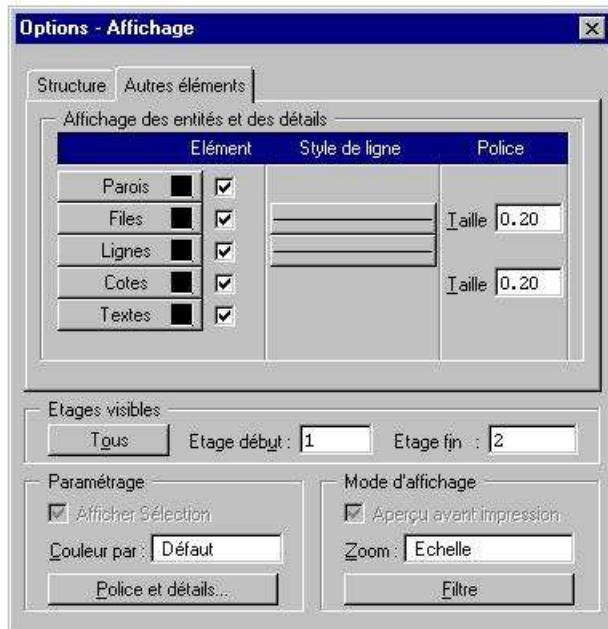


Fig. 4.20: Affichage des autres éléments.

4.2.5.2 Gestion de l'affichage par sélection

Cette gestion de l'affichage par sélection est d'autant plus intéressante qu'elle permet de n'afficher qu'une partie de la structure par simple sélection.

Pour l'utiliser :

- Définir une sélection (en utilisant les différents modes de sélection).
- Puis cocher la case "Afficher Sélection" dans la fenêtre **Options-Affichage** ou utiliser l'icône "Ne laisser afficher que les entités sélectionnées", situé dans la palette d'icônes à droite de l'écran.

5 Descente de charges

Il existe dans Arche Ossature deux méthodes de calcul pour la descente de charges :

- La méthode traditionnelle (appelée également Méthode Réglementaire) qui est la méthode qui se rapproche le plus des habitudes de calcul de l'ingénieur.
- La méthode aux éléments finis qui permet d'étudier la descente de charges horizontale en prenant en compte les effets dûs au séisme et aux charges climatiques.

Le choix de ces deux méthodes se fait par l'intermédiaire de la commande "**Hypothèses/Méthode de calcul-DDC/Choix des méthodes**". L'utilisateur a le choix de mixer les deux méthodes, ou bien de n'utiliser qu'une seule méthode (on peut calculer la descente de charges entièrement aux éléments finis).

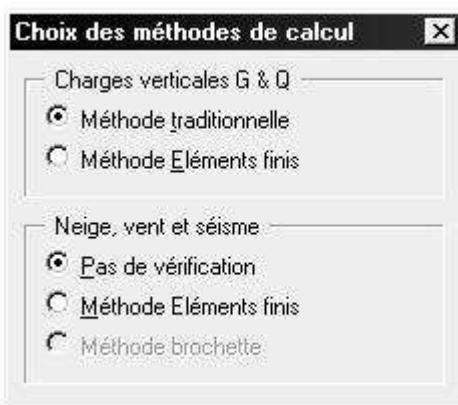


Fig. 5.1: Choix des méthodes de calcul.

5.1 Méthode Réglementaire

La méthode réglementaire est basée sur la norme NFP 06–001 : "Base de calcul des constructions. Charges d'exploitation des bâtiments".

5.1.1 Principe général de fonctionnement

Le principe général de la descente de charges consiste à calculer dans le bon ordre tous les éléments de la structure jusqu'aux fondations. Chaque élément reçoit des actions et génère des réactions qui deviennent à leur tour les actions d'autres éléments. Ossature doit donc déterminer l'ordre de calcul des éléments et les calculer du premier au dernier.

Au sein d'un étage, les dalles sont calculées en premier. Elles génèrent des actions sur les poutres et les voiles qui la supportent (ou la suspendent pour les poutres-voile). Ensuite, les poutres de rang le plus élevé sont calculées (poutres portées). Elles génèrent des réactions, qui deviennent les actions des poutres de rang inférieur (poutres porteuses), des voiles et des poteaux. Les poutres-voile sont ensuite calculées dans le même ordre que les poutres : du rang le plus élevé au rang le plus faible. Sont enfin calculés les voiles et les poteaux qui génèrent, eux, des actions sur l'étage inférieur.

Cette méthode peut être décrite par le schéma suivant :

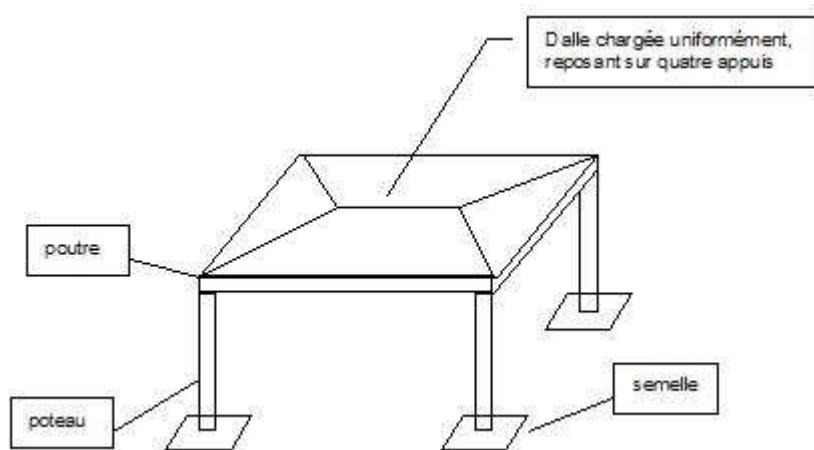


Fig. 5.2: Cas d'une dalle reposant sur appuis.

Ce modèle est traité de la manière suivante :

5 Descente de charges

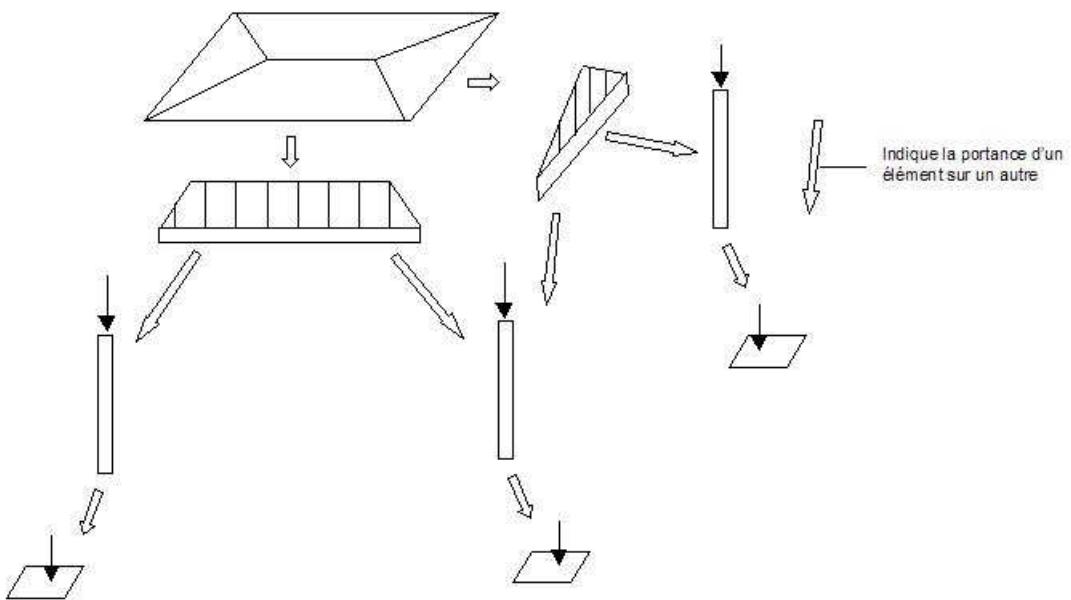


Fig. 5.3: Philosophie générale de la descente de charges traditionnelle.

Cette méthode permet à l'utilisateur de connaître parfaitement le cheminement des charges et ainsi de réaliser une descente de charges qui coïncide parfaitement à ce qu'il a l'habitude de faire manuellement.

Cette méthode ne prend en compte que les efforts verticaux, les éléments sont connectés en conséquence :

- Les poutres (continues ou simples) reposent simplement sur leurs appuis.
- Les voiles reposent simplement sur leurs appuis et peuvent reprendre des charges appliquées sur leur fibre inférieure.
- Les dalles sont articulées sur leurs appuis.
- Les poteaux et les voiles reposent simplement sur leur porteurs sauf sur leurs fondations, sur lesquelles ils peuvent être encastrés.
- Les semelles isolées et filantes sont encastrées ou rotulées.
- Les poutres travaillent en flexion verticale, continues ou isostatiques.
- Les voiles fonctionnent de la même manière que les poutres.
- Les dalles sont isostatiques lorsque leur report de charges s'effectue par la méthode des lignes de rupture, ou lorsqu'il s'effectue par le calcul aux éléments finis et qu'elles n'ont pas été associées. Elles sont continues quand elles ont été associées (le report de charges s'effectue alors aux éléments finis).
- Les poteaux ne transmettent que des efforts normaux. Ils ne peuvent fonctionner en sus-

pente.

- Les semelles isolées et filantes ne reprennent que des efforts verticaux.

5.1.2 Caractéristiques des matériaux

Pour réaliser la descente de charges traditionnelle Ossature utilise différentes caractéristiques des matériaux :

- Densité : Poids volumique utilisé pour calculer le poids propre des éléments.
- Angle de diffusion : Angle utilisé pour déterminer la diffusion des charges verticales dans les voiles. Cet angle est donné sur l'horizontale.

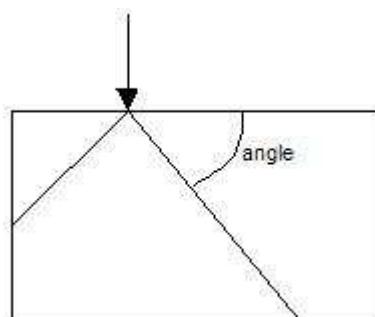


Fig. 5.4: Angle de diffusion.

Les contraintes limites de l'acier et du béton saisis dans ossature sont utilisées dans le cadre du prédimensionnement précis de la section de béton et du ratio d'acier. Ces valeurs sont exportées vers les modules de ferraillage en même temps que les éléments qu'on souhaite ferrailler.

5.1.3 Chargements pris en compte

5.1.3.1 Natures des chargements

Comme nous l'avons vu lors de la description des éléments, la descente de charges traditionnelle prend en compte trois types de chargements :

- Les charges permanentes : **G**.
- Les charges d'exploitation : **Q**.
- Les charges de cloison : **AC**.

Les charges positives sont descendantes.

5 Descente de charges

N.B. : Les charges AC peuvent être considérées comme déjà comptées dans G, ou bien ajoutées à G par le logiciel lors de ses calculs (voir Hypothèses / Méthode de calcul – Prédimensionnement (onglet Global)).

Dans le cas où les charges AC sont comptées dans G : il s'agit de charges permanentes issues d'équipement placés dans la structure après la réalisation du gros œuvre (les cloisons par exemple). Cette distinction entre types de chargement est nécessaire pour le calcul de la flèche BAEL des poutres. D'autre part le prédimensionnement des éléments dans Ossature se fait alors en fonction de G et Q.

Dans le cas où AC est un cas de charge à part de G : le calcul dans le module de ferraillage poutre ne distingue pas AC de G. Le programme ajoute à G la valeur de AC, et ce dernier paramètre reste nul dans le module de ferraillage. D'autre part le prédimensionnement dans Ossature se fait en fonction de G, AC, et Q.

5.1.3.2 Poids propre

Le poids propre des éléments : celui-ci est automatiquement calculé par le programme à partir des dimensions des éléments et de la densité du matériau dont ils sont faits. Que les dimensions données à un élément soient nulles ou partiellement renseignées, le programme le pré dimensionne (méthode indiquée dans **Hypothèses/Méthode de calcul-predim...**) et prend en compte le poids propre induit.

5.1.3.3 Chargements créés par l'utilisateur

L'utilisateur peut de plus ajouter des charges externes, G, Q ou AC sur tous les éléments. Ces charges sont saisies dans la fenêtre de statuts des éléments. Suivant les éléments différents types de chargements peuvent être générés :

- Semelles isolées et poteau : Charges ponctuelles.
- Semelles filantes, voiles, poutres : Charges ponctuelles à tout en droit le long de l'élément, charges réparties uniformes ou triangulaires sur tout ou partie de l'élément.
- Dalles : Charges réparties surfaciques uniformes sur toute la surface de la dalle, charges ponctuelles ou linéaires par le biais de la descente de charges : en utilisant un poteau pour une charge ponctuelle, une cloison pour une charge linéaire.

5.1.4 Pré dimensionnement

Lorsque les éléments de la structure ne sont pas pré dimensionnés, cette tâche incombe alors au programme. Pour chaque élément, au fur et à mesure de la descente de charges, le

5 Descente de charges

programme détermine les efforts appliqués et en déduit ses dimensions ainsi que les ratios d'acières. Ce pré dimensionnement peut être effectué suivant trois méthodes :

- Le pré dimensionnement par abaques (personnalisables par l'utilisateur).
- Le pré dimensionnement précis par calcul (Poutre, Poteau, Semelle, Voile).
- Le pré dimensionnement avec les modules de ferrailage.

Le choix de la méthode se fait par le menu "**Hypothèses/Méthodes de calcul-Prédim..."**" :

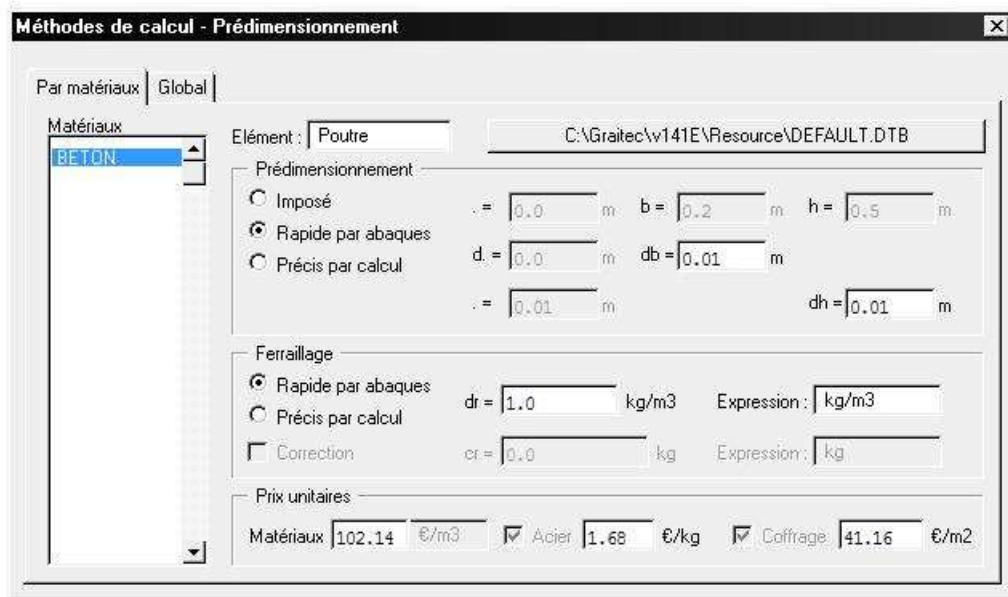


Fig. 5.5: Choix de la méthode de pré dimensionnement.

Pour un équilibre parfait de la descente de charges, il faut alors lancer deux fois les calculs pour avoir l'équilibre en raison de l'absence d'information sur la dimension des porteurs lors d'un premier calcul : le petit cube de béton commun à la poutre et au poteau est compté deux fois. Lors du deuxième calcul, ce petit cube n'est compté qu'une seule fois.

5.1.4.1 Pré dimensionnement par Abaques

Les abaques sont personnalisables par l'utilisateur au travers du modèle "Arche Abaques", le pré dimensionnement se fait à partir des hypothèses générales suivantes :

Charges. Les charges indiquées dans les abaques sont des **charges à l'ELS**. Elles intègrent automatiquement le poids propre (la charge à l'ELS ne contient donc pas ce poids propre). La combinaison retenue est :

5 Descente de charges

- ChargeELS = G + Q.
- ChargeELU = 1.4 * ChargeELS.

Interpolations. L'interpolation effectuée entre les courbes est linéaire en abscisse comme en ordonnée.

Arrondis. Ossature arrondit les résultats du prédimensionnement et du calcul du ratio d'acier issu des abaques à la tolérance définie par l'utilisateur dans la bibliothèque de matériaux (Voir figure 3.25). Il s'agit d'un arrondi à la valeur supérieure.

Les matériaux. Les valeurs de résistance de l'acier et du béton constituants les éléments répondant aux courbes des abaques sont fixes :

- La limite élastique de l'acier : $f_e = 500 \text{ MPa}$.
- La résistance caractéristique à la compression du béton : $f_{c28} = 25 \text{ MPa}$.

Modification du fichier d'abaques. Pour modifier les courbes du fichier par défaut, il faut :

1. Enregistrer le fichier défaut sous un nouveau nom : par la commande "**Fichier/Enregistrer**".
2. Sélectionner l'élément concerné dans le menu élément.
3. Dans le menu "**Mise à jour**", choisir courbe, puis dimensionnement ou ferraillage.
4. Choisir ensuite le numéro de la courbe, refermer la fenêtre.
5. Saisir les points sur le graphique à l'aide de la souris, ou bien au clavier après avoir pressé la barre espace.
6. Enregistrer à nouveau par "**Fichier/Enregistrer**".

Il est possible de modifier d'autres paramètres, par le menu "**Mise à jour/Paramètres**" :

- Les dimensions minimum et maximum des éléments.
- Les rapports de dimensions imposés.
- Les valeurs de chargements représentés par les différentes courbes.

Remarque : la modification des valeurs de chargement n'entraînera pas la modification des courbes : elles interviennent seulement lors des interpolations.

Le menu **Mise à jour/Matériaux** ne modifie pas les hypothèses de calcul mais uniquement les informations liées au jeu de courbes du fichier concerné.

5.1.4.2 Pré dimensionnement précis par calcul

Le pré dimensionnement précis par calcul fait appel à des routines internes propres à Ossature et concerne les éléments suivants :

- Poutre.
- Poteau.
- Semelle isolée.
- Semelle filante.

Le calcul des dimensions de ces éléments ne fait pas appel aux modules de ferraillage.

Les calculs sont détaillés dans la fiche de chacun des éléments. Ils ont en commun :

- L'utilisation des hypothèses concernant la résistance des matériaux saisies dans la fenêtre "**Hypothèses/Matériaux**".
- L'arrondi de la dimension à la valeur supérieure suivant le pas fixé dans la boite de dialogue "**Hypothèses méthode de calcul – prédim...**".
- Non prise en compte des déplacements.
- Les chargements considérés à l'ELU.

Le prédimensionnement précis des aciers concerne tous les éléments de la structure.

Ce calcul s'effectue par l'appel automatique du ou des module(s) de ferraillage concerné(s).

Le module de ferraillage reçoit du programme Ossature les données suivantes :

- Dimensions des éléments.
- Chargements (verticaux) issus de la descente de charges traditionnelle : pour les cas de charges **G, Q, AC**.
- Présence de séisme.

De nombreuses autres hypothèses peuvent être prises en compte par l'intermédiaire des fichiers « **Défaut** » utilisés par chacun des modules de ferraillage. Le module de ferraillage produit un plan donnant le ferraillage exact de l' élément et en déduit le ratio d'acier qui est retourné à Ossature.

5.1.4.3 Dégression verticale des chargements

Lorsque l'on applique la Méthode Réglementaire pour le calcul de la descente de charges, on a la possibilité d'appliquer une dégression des charges verticales conformément à la norme NFP 06-001 : "Base de calcul des constructions. Charges d'exploitation des bâtiments". La prise en compte des dégressions verticales se fait en activant cette option dans "Hypothèses/Méthodes de calcul-ddc/méthode réglementaire".

5 Descente de charges

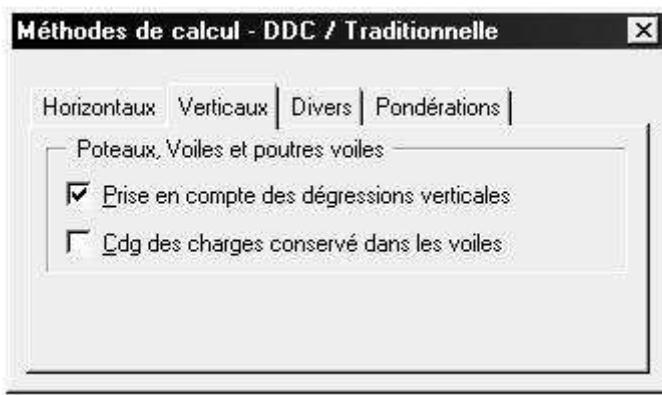


Fig. 5.6: Prise en compte de la dégression des charges verticales.

Le coefficient de réduction dq fonctionne de la manière suivante (cas de descente de charges dans les poteaux) :



Descente de charges dans les poteaux :

Sans dégression des surcharges.

Descente de charges dans les poteaux :

Avec dégression des surcharges.

Remarque : Ces facteurs de réduction ne s'appliquent pas aux poutres et aux dalles.

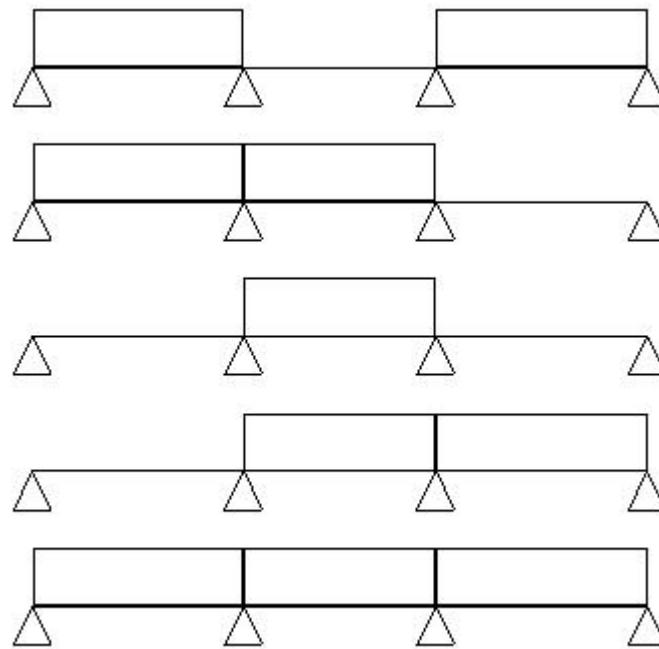
Défini de manière globale, le facteur de réduction dq peut aussi être saisi sur chaque élément par l'utilisateur (dans la fenêtre de statut de chaque élément ou par la commande "Modifier/Attributs/Statuts").

5.1.4.4 Travées chargées-déchargées

Poutres. Le programme peut calculer les poutres continues en chargeant et déchargeant alternativement les surcharges d'exploitation de chacune des travées (**Hypothèses/Méthode de calcul-ddc/Méthode réglementaire**).

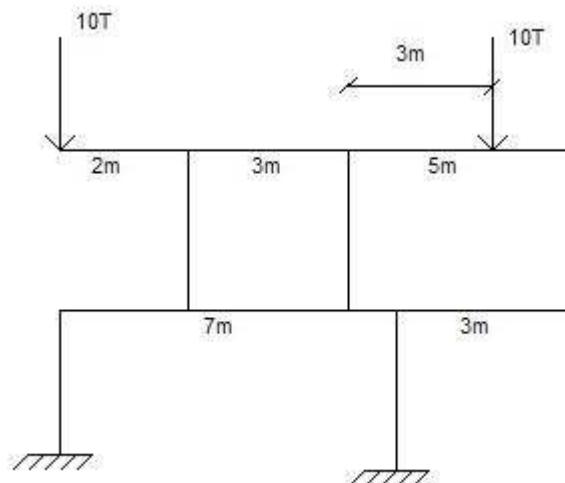
5 Descente de charges

Par exemple :



Les résultats obtenus sont évidemment différents du calcul traditionnel. On obtient pour chaque appui deux valeurs correspondant aux réactions maximums et minimums.

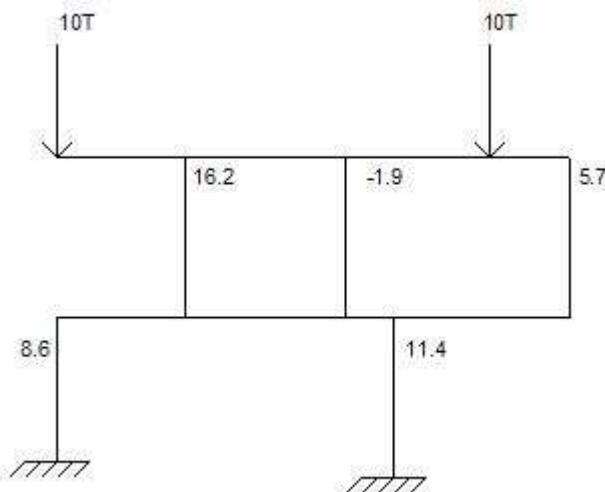
Par exemple :



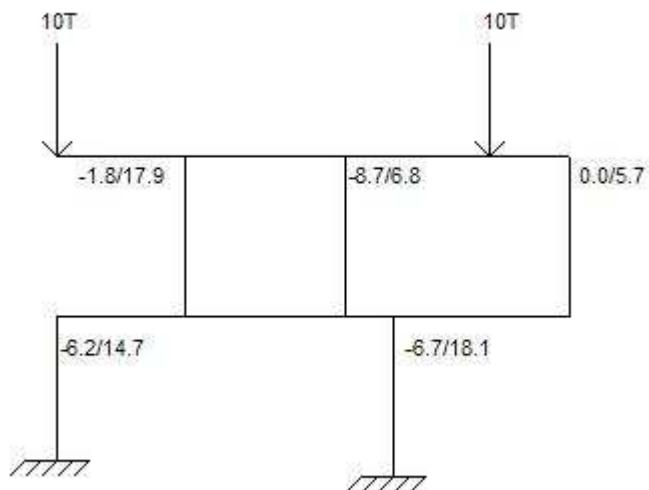
Ce dessin n'est pas à l'échelle.

1. Calcul avec toutes les travées chargées simultanément.

5 Descente de charges



2 Calcul avec les travées chargées.



Dalles. Les dalles calculées aux éléments finis dans le cadre de planchers continus peuvent fonctionner suivant une logique chargée/déchargée pour les surcharges Q.

Quand au sein d'un plancher, des dalles ont des statuts de chargements différents (certaines «chargées», d'autres «déchargées») le calcul aux éléments finis établit les résultats des cas de charges suivants :

- les dalles cochées «chargées» : chargées seules en Q.
- les dalles cochées «déchargées» : chargées seules en Q.
- toutes les dalles chargées en Q.

Les efforts maximums sur les appuis sont alors retenus. Les soulèvements ne sont pas pris en compte : remplacés par une réaction nulle.

5.2 Calcul aux éléments finis

5.2.1 Principe de fonctionnement

La méthode Éléments finis sera essentiellement utilisée pour réaliser la descente de charges horizontales. Cependant, l'utilisateur a la possibilité de l'appliquer également pour la descente de charges verticales ; le choix se fait dans la fenêtre "Hypothèses/Méthodes de calcul-ddc/Choix des méthodes".

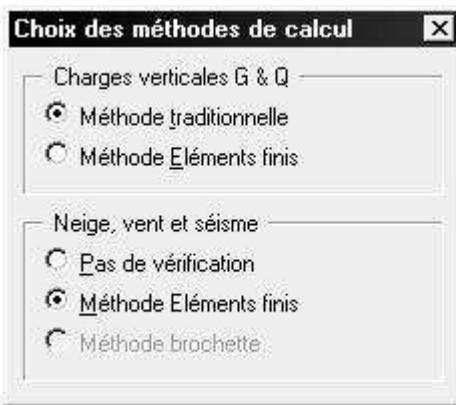


Fig. 5.7: Choix des méthodes de calcul.

Le modèle utilisé pour le calcul aux éléments finis est obtenu à partir de celui généré pour la descente de charges traditionnelle. Le programme se charge en effet de transformer les éléments de la structure en éléments finis. Simplement, l'utilisateur indique élément par élément, par groupes d'éléments, ou pour toute la structure, la modélisation qu'il souhaite voir adoptée pour le calcul aux éléments finis dans la fenêtre "Hypothèses/Méthodes de calcul-ddc/Méthode EF".

5 Descente de charges

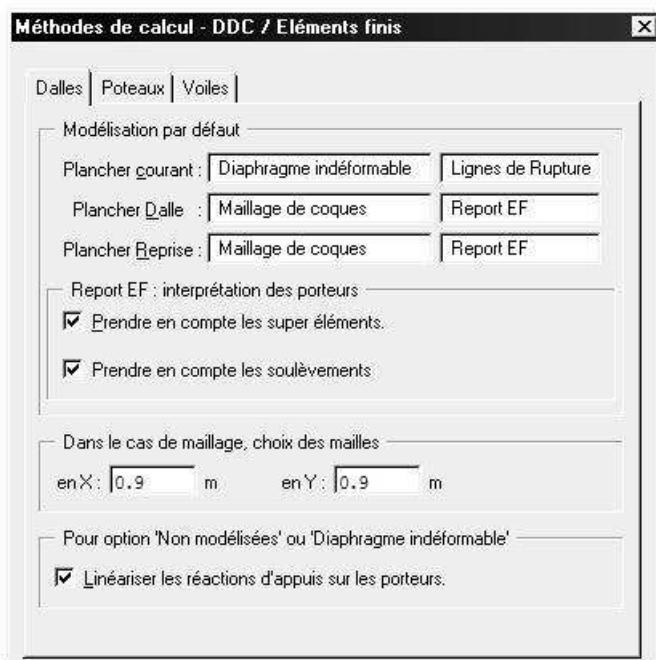
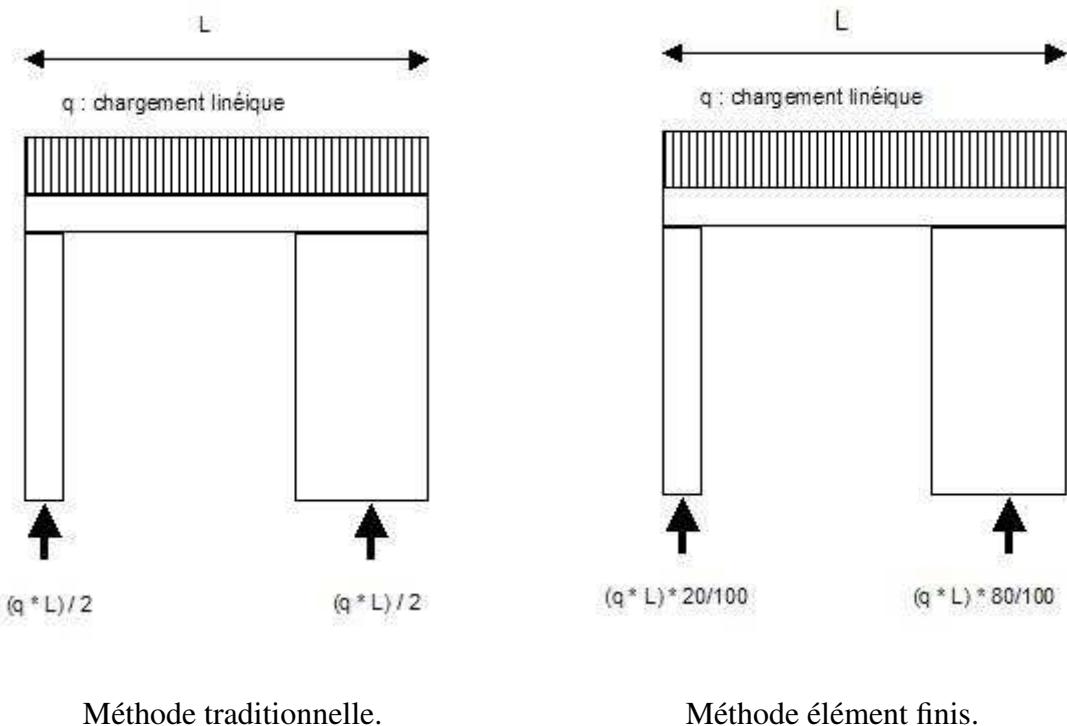


Fig. 5.8: Modélisation aux éléments finis.

La modélisation de la structure pour le calcul aux élément finis n'étant pas la même exactement que celle de la méthode traditionnelle, la descente de charges aux éléments finis donne des résultats différents de la méthode traditionnelle. En effet les éléments de structure n'ont pas exactement le même comportement que dans la méthode traditionnelle.

La différence de fonctionnement du modèle peut être représentée de la manière suivante :

5 Descente de charges



On constate que les réactions sous les deux poteaux sont différentes suivant que la méthode traditionnelle ou éléments finis est employée. La méthode traditionnelle produit des réactions au prorata des portées. La méthode aux éléments finis produit des réactions au prorata des inerties : ce sont les éléments les plus raides qui reprennent le plus d'efforts.

Le fonctionnement de chaque élément est plus précisément décrit dans les chapitres concernant chacun d'entre eux : en particulier les connexions entre éléments.

Une importante source de différence de résultats entre descente de charges aux éléments finis et traditionnelle est la manière dont les dalles reportent les chargements :

- Dans la méthode traditionnelle, les charges sur les dalles sont reportées suivant les sens de portée définis. Sauf dans le cas de dalles associées au sein d'un plancher calculé aux éléments finis.
- Dans la méthode aux éléments finis, si la modélisation par maillage de coque est retenue alors on ne tient plus compte des sens de portée. La répartition des efforts se fait alors au prorata des inerties.

Connexions entre les éléments. De manière générale, les éléments sont tous encastrés les uns sur les autres. Sauf les poteaux qui peuvent être articulés sur leurs fondations (Hypothèses / Méthodes de calcul-ddc / Méthode Eléments finis) :

5 Descente de charges

- Les poutres et voiles sont encastrés sur leurs porteurs et éléments adjacents.
- Les dalles suivant leur modélisation :
 - Maillage de coques : elles sont encastrées sur leur appui, ainsi qu'avec tout élément entrant en contact avec elles.
 - Membrane : seule la raideur en plan des membranes est prise en compte, elles ne fléchissent pas. Ces dalles sont, seulement selon la raideur en plan, encastrées sur leurs appuis.
 - Non modélisées : pas d'enca斯特ment, ni de continuité.
- Les poteaux sont encastrés à leurs deux extrémités sur les éléments avec lesquels ils sont en contact.
- Les voiles, quelque soit leur modélisation, sont encastrés sur les éléments en contact avec eux.
- Les semelles isolées sont encastrées ou articulées suivant l'option cochée dans "Hypothèses \ Méthodes de calcul –ddc \ Eléments finis".
- Les semelles filantes sont encastrées sur les éléments qui tombent dessus.

N.B. : Lorsque deux élément sont en contact, c'est la connexion la moins rigide qui dicte le comportement de l'un par rapport à l'autre. Par exemple, quand une dalle en membrane repose sur un voile : le voile ne reprend pas de flexion.

Comportements mécaniques.

- Les poutres et poteaux fonctionnent comme des poutres RDM supportant des torseurs d'efforts tridimensionnels d'efforts et de moments ($N_x, T_y, T_z, M_x, M_y, M_z$) et sont systématiquement continus.
- Les semelles isolées sont transformées en appuis ponctuels infiniment raides : encastrement ou articulation suivant l'option cochée dans la boîte de dialogue "Hypothèses / Méthodes de calcul–ddc / Eléments finis". Elles reprennent des torseurs tridimensionnels ($N_x, T_y, T_z, M_x, M_y, M_z$).
- Les semelles filantes sont transformées en une suite d'appuis ponctuels ayant les mêmes caractéristiques que celles vues ci-dessus.
- Les dalles voient leur fonctionnement varier suivant le type de modélisation choisi :
 - Dalle modélisée par un maillage de coques : les dalles sont continues, portent sur tous leurs côtés et la répartition des charges se fait au prorata des raideurs des appuis. Ces éléments supportent des torseurs d'efforts tridimensionnels ($N_x, T_y, T_z, M_x, M_y, M_z$).
 - Dalle modélisée par une membrane non maillée : la dalle n'a pas de raideur vis à vis de

5 Descente de charges

- la flexion, et ne reprend que les efforts placés dans son plan en traction ou compression.
- Dalle non modélisée : les dalles sont considérées comme isostatiques. Elles ne sont pas modélisées mais leurs réactions d'appui, issues des sens de portée, sont recréées sur les porteurs.
 - Les voiles voient leur fonctionnement varier suivant le type de modélisation choisi : de manière générale les voiles sont systématiquement continus et supportent des torseurs d'efforts tridimensionnels ($N_x, T_y, T_z, M_x, M_y, M_z$).

5.2.2 Chargements pris en compte

Les chargements pris en compte dans la descente de charges aux Éléments Finis dépendent de l'option choisie dans les hypothèses de départ.

5.2.2.1 La descente de charges verticale

Il s'agit de la prise en compte des charges permanentes et d'exploitations appliquées par l'utilisateur, ainsi que du poids propre de la structure. Pour les deux méthodes de calcul, traditionnelle et éléments finis, les résultats sont disponibles pour les cas de charges suivants :

- Charges permanentes avec cloison.
- Charges d'exploitation.
- Charges après cloison.

5.2.2.2 Les efforts climatiques

Ils sont générés automatiquement par le programme sur les éléments parois posés sur la structure suivant les ***hypothèses neige et vent*** choisies. Les résultats sont accessibles pour les cas de charges suivants :

- Vent suivant + X en surpression.
- Vent suivant - X en surpression.
- Vent suivant + Y en surpression+
- Vent suivant - Y en surpression.

5 Descente de charges

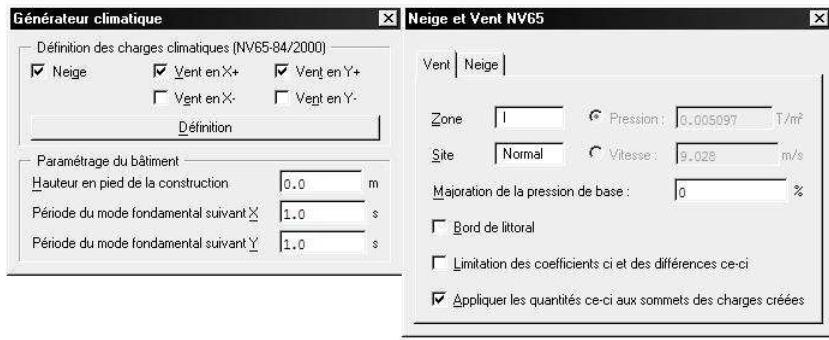


Fig. 5.9: Définition des efforts climatiques.

5.2.2.3 Les efforts sismiques

Ils sont générés automatiquement par le programme si les *hypothèses de séisme* ont été renseignées.

Les cas de charges pris en compte pour le calcul aux éléments finis sont les suivants :

- Séisme suivant la direction X.
- Séisme suivant la direction Y.
- Séisme suivant la direction Z.

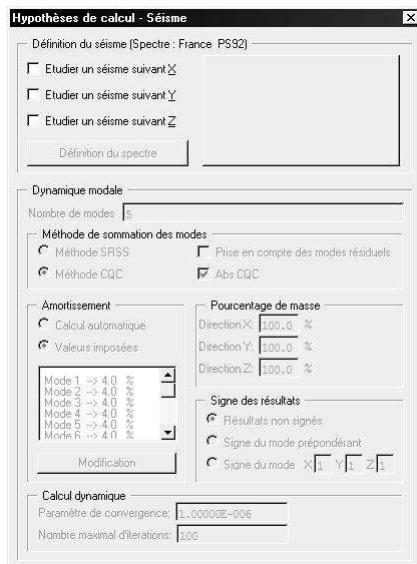
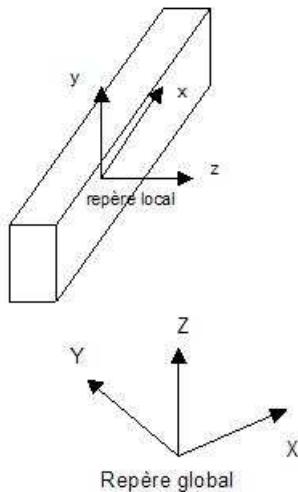


Fig. 5.10: Définition des efforts sismiques.

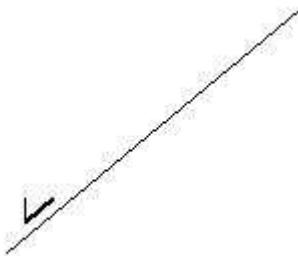
5.2.3 Caractéristiques des éléments de structure

5.2.3.1 Poutres

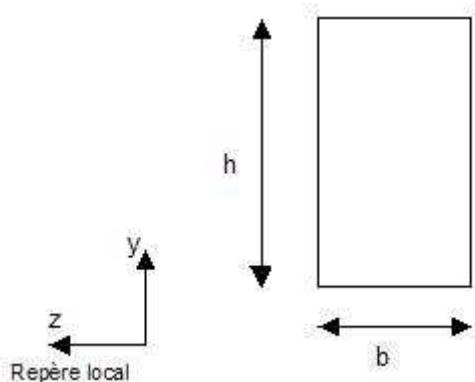
La poutre est modélisée en élément filaire avec un axe local qui est le suivant :



L'axe x (épais) est dans le prolongement de la poutre, l'axe y (fin) est toujours orienté parallèlement aux Z croissants. L'axe z (non représenté) se place pour former un trièdre direct.



Les caractéristiques de l'élément filaire sont les suivants :

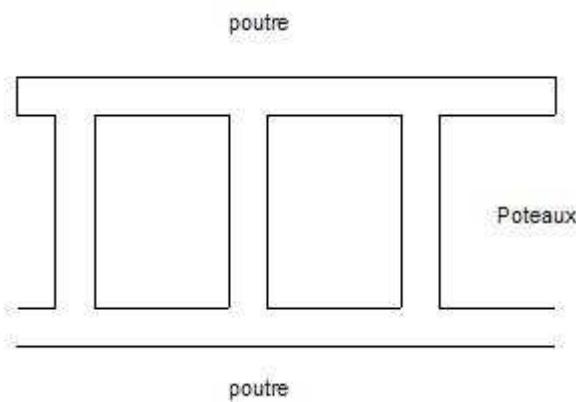


5 Descente de charges

- Section constante égale à la section rectangle de la poutre = $b \cdot h$
- Inerties : $I_z = b \cdot h^3/12$, $I_y = b^3 \cdot h/12$ et $I_x = b^3 \cdot h/3$.
- Modules de flexion : $V_{1y} = V_{2y} = I_y/(b/2) = h \cdot b^2/6$ et $V_{1z} = V_{2z} = I_z/(h/2) = b \cdot h^2/6$.
- Sections réduites d'effort tranchant :
 - Effort tranchant suivant y : $A_y = 5 \cdot b \cdot h/6$.
 - Effort tranchant suivant z : $A_z = 5 \cdot b \cdot h/6$.
- Longueur : longueur de l'axe de la poutre modélisée dans Ossature.

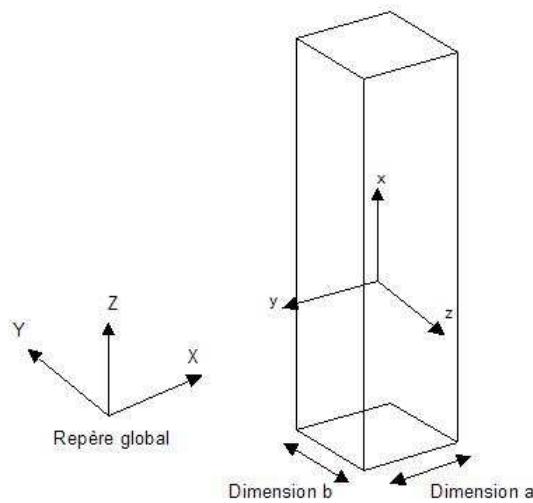
L'élément fini utilisé se comporte comme une poutre RDM standard, à ceci près que la déformée d'effort tranchant est négligée. Cet élément supporte et transmet des torseurs d'efforts tridimensionnels ($N_x, T_y, T_z, M_x, M_y, M_z$).

L'élément poutre est encastré sur les dalles, voiles, et poteaux en contact avec lui.



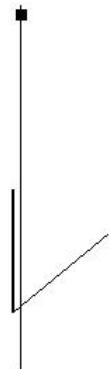
5.2.3.2 Poteaux

Le poteau est modélisé en élément filaire avec un axe local qui est le suivant :



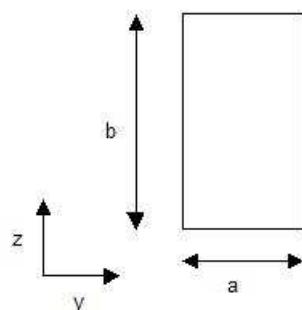
5 Descente de charges

L'axe y (trait fin) du repère local est parallèle à la direction du côté a . L'axe x (trait épais) est vertical ascendant. L'axe z (non représenté) s'oriente pour former un trièdre direct.



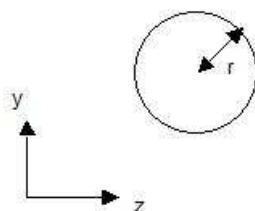
Les caractéristiques de l'élément filaire correspondant dépendent de sa forme de section :

Section rectangulaire.



- section constante égale à la section rectangle de la poutre $= b \cdot h$.
- Inerties : $I_y = b^3 \cdot a / 12$, $I_z = b \cdot a^3 / 12$ et $I_x = b^3 \cdot a / 3$.
- Modules de flexion : $V_{1y} = V_{2y} = I_y / (b/2) = a \cdot b^2 / 6$ et $V_{1z} = V_{2z} = I_z / (a/2) = b \cdot a^2 / 6$.
- Sections réduites d'effort tranchant :
 - Effort tranchant suivant y : $A_y = 5 \cdot b \cdot a / 6$.
 - Effort tranchant suivant z : $A_z = 5 \cdot b \cdot a / 6$.

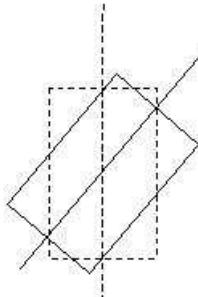
Section circulaire.



5 Descente de charges

- Section constante égale à la section rectangle de la poutre $= b \cdot h$.
- Inerties : $I_y = I_z = \pi \cdot r^4 / 4$.
- Modules de flexion : $V_{1z} = V_{2z} = I_z / r = V_{1y} = V_{2y} = I_y / r = \pi \cdot r^3 / 4$.
- Sections réduites d'effort tranchant : Effort tranchant suivant y ou suivant z : $A_y = A_z = (9/10) \cdot \pi \cdot r^2$.
- Longueur : hauteur de l'étage.

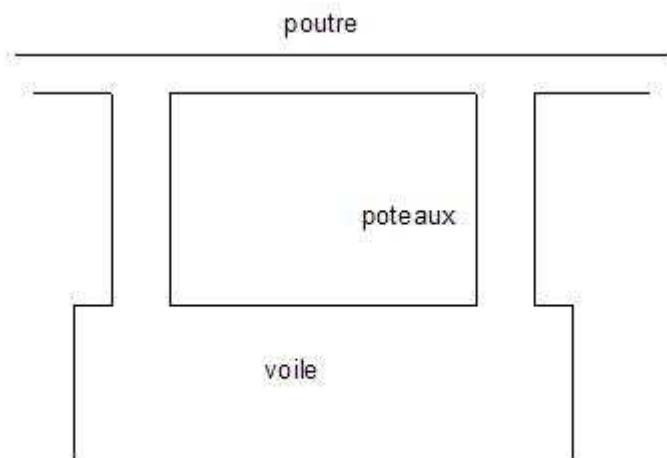
L'inertie de la section peut être orientée par une rotation autour de l'axe de poteau.



L'angle qui est indiqué dans les statuts de l'élément, est repris pour orienter identiquement le repère local de son image aux éléments finis.

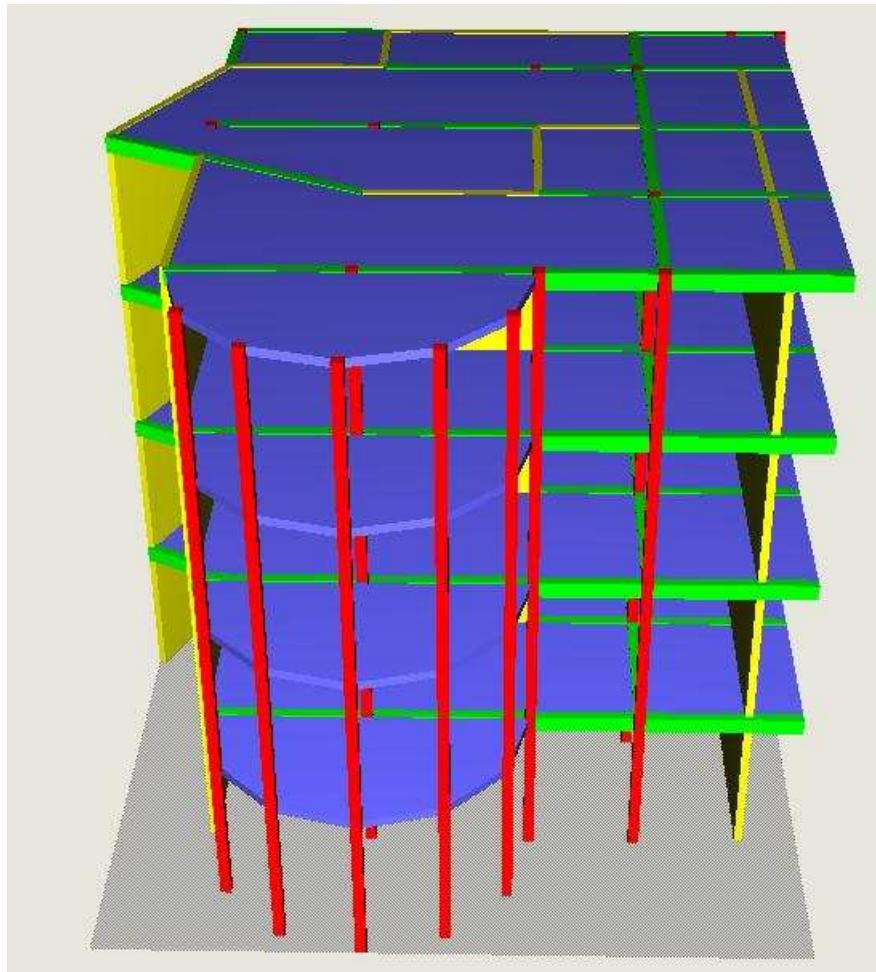
L'élément fini utilisé se comporte comme une poutre RDM standard, à ceci près que la déformée d'effort tranchant est négligée. Cet élément supporte et transmet des torseurs d'efforts tridimensionnels ($N_x, T_y, T_z, M_x, M_y, M_z$).

L'élément poteau est automatiquement encastré sur les éléments avec lesquels il est en contact, sauf pour les fondations. En effet, on peut choisir dans la boîte de dialogue "Hypothèses / Méthodes de calcul – ddc / Méthode éléments finis / poteaux" d'encastrer ou de rotuler en pied les poteaux sur leurs fondations.



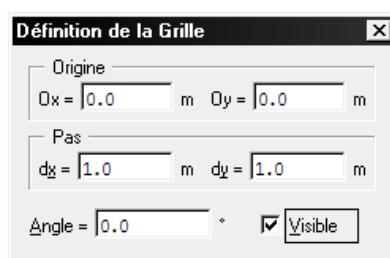
5.3 Exemple

On se propose de dimensionner la structure suivante.

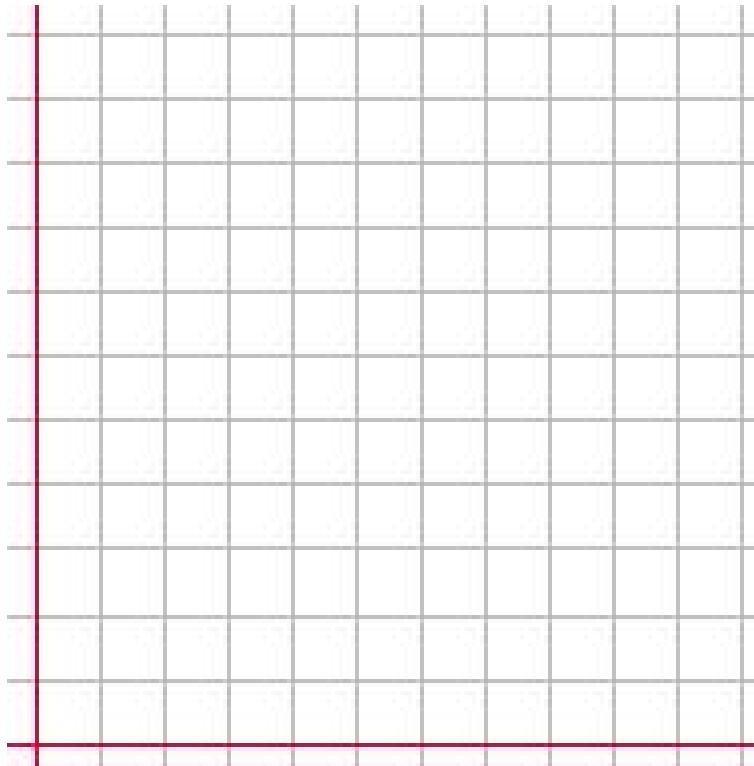


La modélisation de cette structure, sur Arche Ossature, peut se faire selon le schéma suivant :

Étape 1. Définir la Grille. On définit une grille cartésienne, en utilisant un pas de 1 m dans les deux directions : \vec{Ox} et \vec{Oy} .



5 Descente de charges

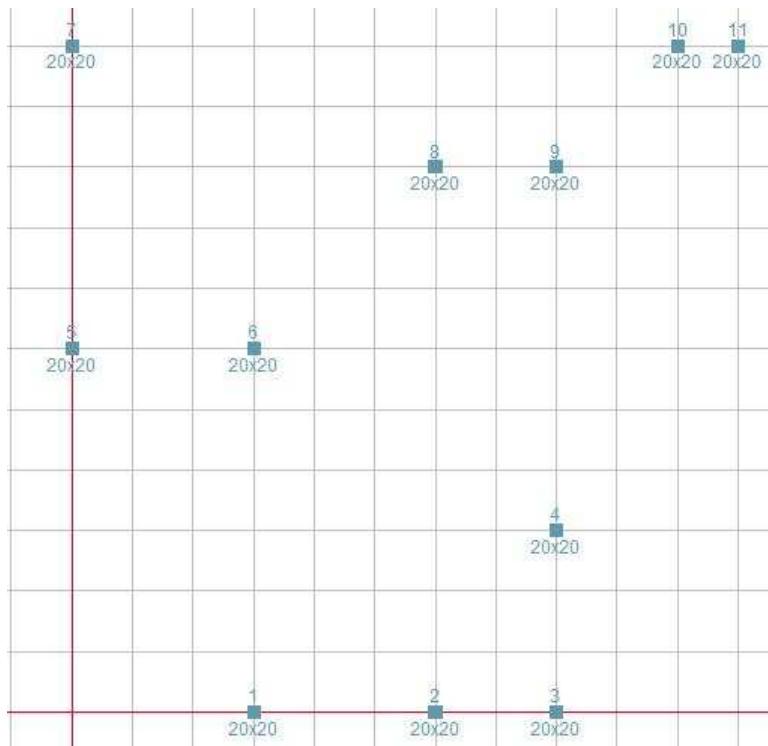


Étape 2. Gestion de l'étage.

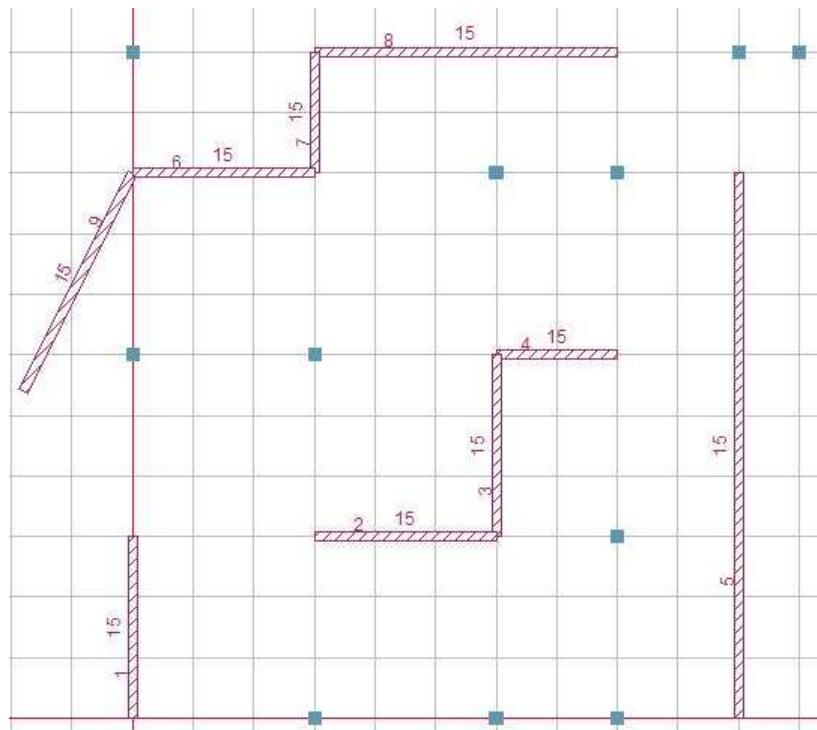
Numéro de l'étage actif	Etage : <input type="text" value="1"/>	Flèches de déplacement de l'étage actif
Nom de l'étage actif	<input type="text" value="PH RDC"/>	
Hauteur de l'étage actif	Hauteur : <input type="text" value="3.000"/> m	

Étape 3. Saisie des poteaux. La saisie des poteaux peut se faire par grille (en utilisant le curseur).

5 Descente de charges



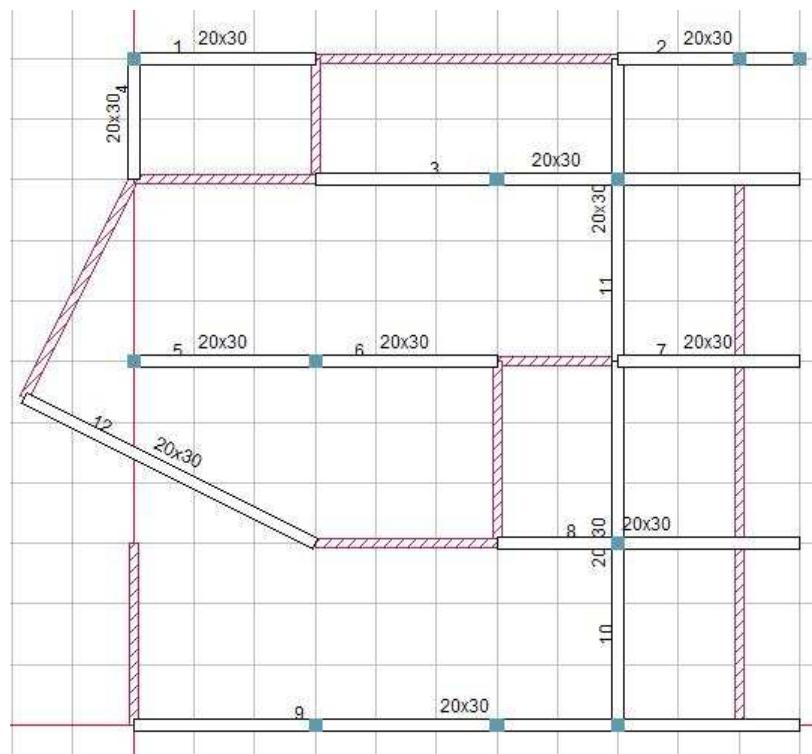
Étape 4. Saisie des voiles. Excepté le voile 9 dont la saisie est faite par clavier : en saisissant les coordonnées de ses extrémités (extrémité 1 : $x = 0$ et $y = 9$; extrémité 2 : $x = -1.8$ et $y = 5.4$), la saisie des voile se fait par grille.



5 Descente de charges

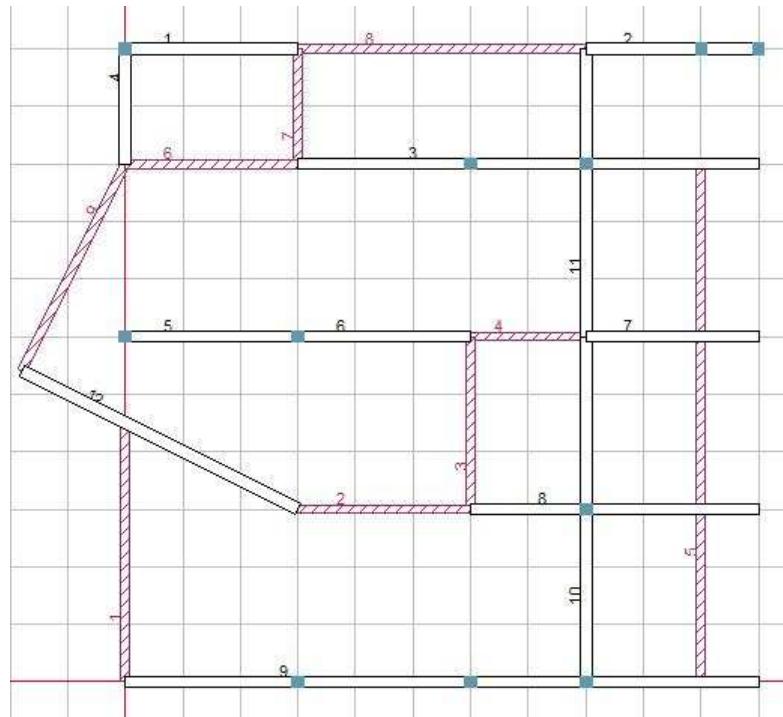
Étape 5. Saisie des poutres. On peut mettre des poutres hyperstatiques et isostatiques.

La poutre 12 est générée, en utilisant le mode d'accrochage "extrémité". On saisit les autres poutres par grille.

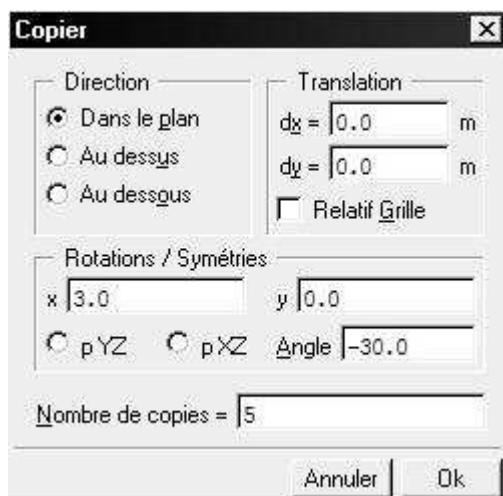


Étape 6. Prolonger. On prolonge le voile 1, en utilisant la fonction "Relimiter" du menu "Modifier/CAO".

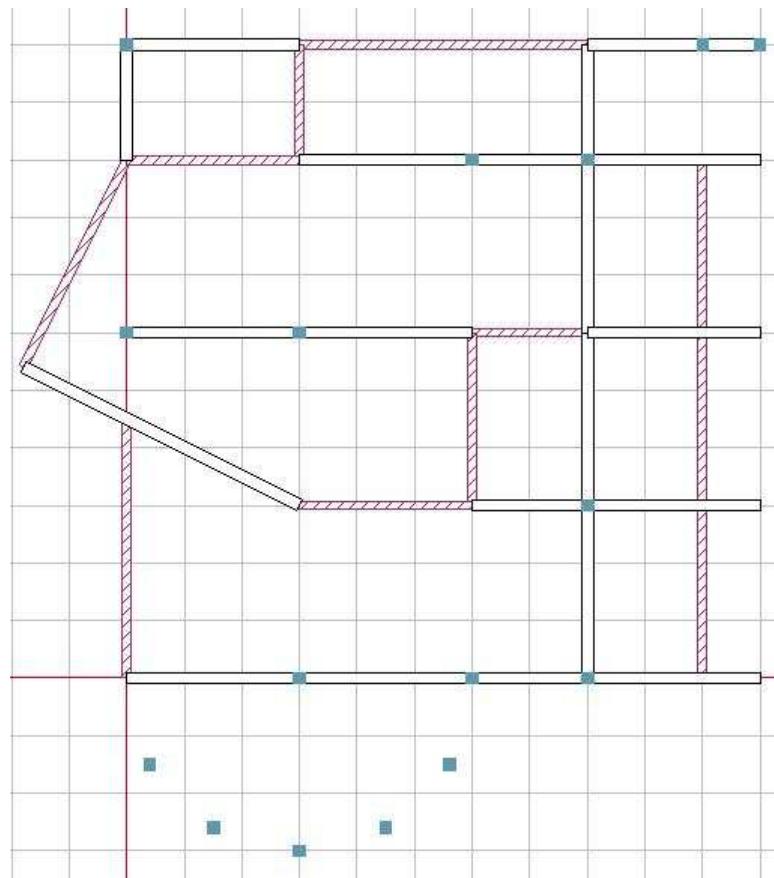
5 Descente de charges



Étape 7. Copie d'éléments par rotation. En utilisant la fonction "Copier" du menu "Modifier/CAO", on copie le poteau 2 (nombre de copies = 5) par rotation, par rapport au poteau 1.

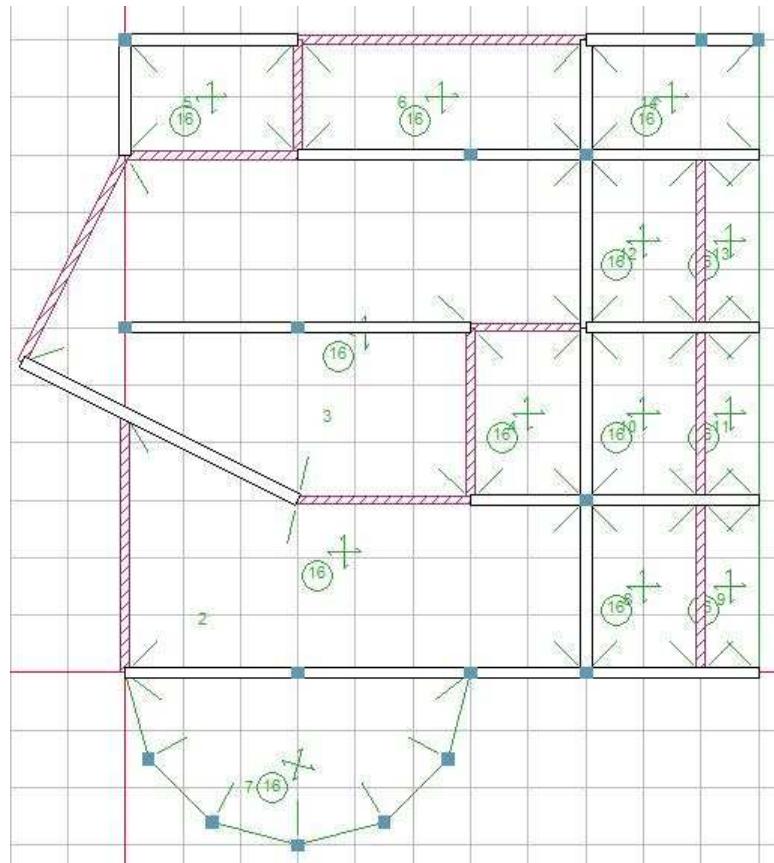


5 Descente de charges



Étape 8. Saisie des dalles. On fait un contour sur tout le bâtiment (dalle unique) et découpe la dalle automatiquement.

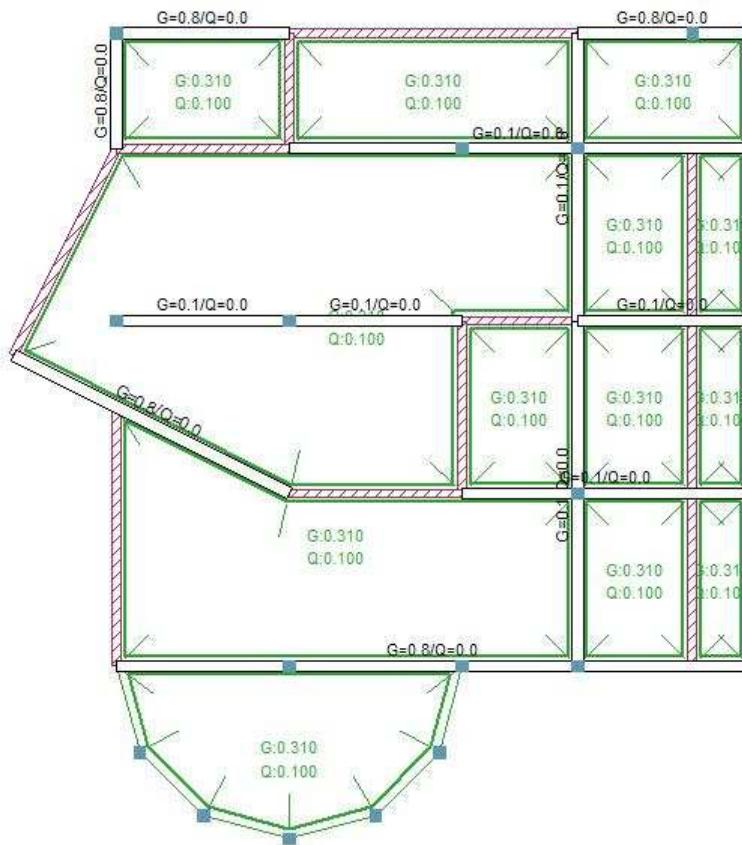
5 Descente de charges



Étape 9. Saisie des charges. Le bâtiment supporte deux cas de charges :

- Charges surfaciques sur dalle :
 - La charge permanente $G = 0.31\text{t/m}^2$.
 - La charge d'exploitation $Q = 0.10\text{t/m}^2$.
- Charges linéiques sur poutres (Charges des cloisons) :
 - Murs extérieurs : La charge est $G = 0.8 \text{ t/m}$.
 - Murs intérieurs : La charge est $G = 0.1 \text{ t/m}$.

5 Descente de charges



Étape 10. Copie d'étages On copie l'étage 1 de l'étage 2 à l'étage 4, en utilisant la fonction "Modification des étages" du menu "Modifier/Etages".



Étape 11. Saisie des semelles. On va sur l'étage 1 et on saisie automatiquement des semelles, en utilisant la fonction "Automatiques..." du menu "Générer/Fondation" ou l'icône

5 Descente de charges

Étape 12. Vérification et modélisation. Pour finir l'étape de saisie, deux opérations doivent être effectuées : "*Analyser/vérifier*" et "*Analyser/Modéliser*".

Étape 13. Calcul. Dans cette étape, on calcule la descente de charges à l'aide de la fonction "*Analyser/Calculer DDC...*" et le ferraillage en utilisant "*Analyser/Calculer Ferraillage*".

Étape 14. Exploitation. On peut exploiter les résultats soit graphiquement soit sous forme de documents écrits (Note de DDC, Métré quantitatif et estimatif, Descente de charge graphique). Les éléments Poutres, Poteaux, Semelles, Voiles et Dalles peuvent être exportés vers les modules de ferraillage appropriés avec reprise automatique des résultats de la descente de charge.