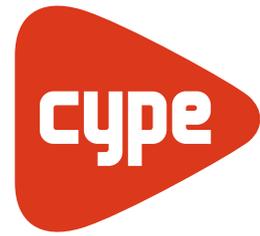


Manuel de l'utilisateur CYPECAD

CYPECAD

Manuel de l'utilisateur



Software pour
l'Architecture et
l'Ingénierie de
la **Construction**

CYPE Ingenieros, S.A.
Avda. Eusebio Sempere, 5
03003 Alicante
Tel. (+34) 965 92 25 50
Fax (+34) 965 12 49 50
cype@cype.com

www.cype.fr

IMPORTANT: CE TEXTE REQUIERT VOTRE ATTENTION

L'information contenue dans ce document est propriété de CYPE Ingenieros, S.A. et la reproduction partielle ou totale ainsi que la diffusion sous quelque forme et support que ce soit est interdite sans l'autorisation expresse et préalable de CYPE Ingenieros, S.A. L'infraction des droits de propriété intellectuelle peut constituer un délit au sens de l'Article L.122-4 du Code de la Propriété Intellectuelle.

Ce document et l'information qui l'accompagne sont partie intégrante et indissociable de la documentation qui accompagne la Licence d'Utilisation des programmes informatiques de CYPE Ingenieros, S.A. Par conséquent elle est soumise aux mêmes devoirs et conditions.

N'oubliez pas que vous devrez lire, comprendre et accepter le Contrat de Licence d'Utilisation du software associé à cette documentation avant toute utilisation d'un des composants du produit. Si vous N'ACCEPTEZ PAS les termes du Contrat de Licence d'Utilisation rendez immédiatement le software et tous les éléments qui l'accompagnent au lieu d'achat afin d'en obtenir le remboursement intégral.

Ce manuel correspond à la version du software dénommé CYPECAD par CYPE Ingenieros, S.A. L'information contenue dans ce document décrit substantiellement les caractéristiques et méthodes d'utilisation du ou des programmes qu'elle accompagne.

L'information contenue dans ce document peut avoir été modifiée postérieurement à l'édition mécanique de ce livre sans avis préalable. Le software associé à ce document peut être soumis à des modifications sans avis préalable.

CYPE Ingenieros, S.A. dispose d'autres services parmi lesquels se trouvent les Mises à Jour, qui vous permettront d'acquérir les dernières versions du software et la documentation qui l'accompagne. Si vous avez des doutes sur les présentes conditions, par rapport au Contrat de Licence d'Utilisation du software, ou si vous souhaitez simplement prendre contact avec CYPE Ingenieros, S.A., adressez-vous à votre Distributeur Local Autorisé ou au Service Après-Vente de CYPE Ingenieros, S.A. à l'adresse suivante :

Avda. Eusebio Sempere, 5 · 03003 Alicante (Espagne) · Tel: +34 965 92 25 50 · Fax: +34 965 12 49 50 · www.cype.com

© CYPE Ingenieros, S.A.

Edité et imprimé à Alicante (Espagne)

Windows ® est une marque enregistrée de Microsoft Corporation ®

Presentation	9	2.1.2. Options des fonds de plan	19
1. Prise en main du programme	11	2.2. Captures DXF/DWG	21
1.1. Aspect général de la fenêtre de travail	11	2.3. Plans et Récapitulatifs	21
1.1.1. Onglets	11	3. Groupes et Niveaux	22
1.1.2. Menus principaux	11	3.1. Généralités sur les groupes	22
1.1.3. Première barre d'outils	12	3.2. Introduction des groupes et des niveaux	22
1.1.4. Deuxième barre d'outils	12	3.2.1. Création de nouveaux niveaux	22
1.1.5. Couleurs de fond d'écran	12	3.2.2. Cote de la fondation	23
1.2. Aides à l'écran	13	3.2.3. Création, édition et suppression de groupes	23
1.2.1. Touche F1	13	3.3. Options des groupes et des niveaux	23
1.2.2. Utilisation des options	13	3.3.1. Options générales	23
1.2.3. Icône avec point d'interrogation	13	3.3.2. Vues	24
1.2.4. Icône en forme de livre	13	4. Poteaux	27
1.2.5. Guide rapide	14	4.1. Introduction de poteaux, de noyaux ou d'amorces	27
1.3. Introduction des ouvrages	14	4.1.1. Amorces de poteaux	27
1.3.1. Introduction automatique	14	4.1.2. Poteaux	27
1.3.2. Introduction manuelle	16	4.1.2.1. Nouveau poteau	27
1.3.3. Gestion des fichiers	17	4.1.2.2. Nouveau poteau avec amorce sur un autre	28
1.3.3.1. Derniers fichiers	17	4.1.2.3. Edition des poteaux	30
1.3.3.2. Importation de fichiers ASCII pour générer les fondations	17	4.1.2.4. Introduire nouveaux poteaux avec données d'autre poteau	31
1.3.3.3. Exemples d'ouvrages	18	4.1.3. Noyaux	32
2. Fonds de plans	19	4.1.4. Pourcentages géométriques minimaux dans les poteaux ..	32
2.1. Caractéristiques et options des fonds de plan	19	4.2. Résultats des poteaux	32
2.1.1. Caractéristiques fondamentales des fonds de plan	19	4.2.1. Dimensionnement des poteaux	32

4.2.1.1. Poteaux en béton	33	5.1.7. Options de dimensionnement	44
4.2.1.2. Poteaux métalliques	34	5.1.8. Déconnexion des poteaux des murs en maçonnerie et en blocs de béton	44
4.2.1.3. Données des poteaux	35	5.2. Plans et Récapitulatifs	44
4.2.1.4. Plans des poteaux	35	5.2.1. Récapitulatifs des murs en blocs	44
4.2.2. Bloquer armatures de poteaux	36		
4.2.2.1. Considérations à prendre en compte avec l'utilisation de cette option	36	6. Poutres	45
4.2.2.2. Fonctionnement de l'option	36	6.1. Gestion d'introduction des poutres	45
4.2.3. Diagrammes des efforts	37	6.1.1. Menu d'introduction des poutres	45
4.3. Plans et Récapitulatifs	37	6.1.2. Types de poutres	47
4.3.1. Options des plans	37	6.1.3. Captures de DXF ou DWG durant l'introduction des poutres	48
4.3.1.1. Visualisation du point fixe dans les plans	37	6.1.4. Polypoutres	49
4.3.1.2. Détails des cadres des poteaux	37	6.1.5. Tronçons d'armatures prédéfinis	49
4.3.2. Options des récapitulatifs	38	6.1.6. Poutres inclinées	49
		6.1.6.1. Croix de Saint-André	50
5. Murs	39	6.1.7. Poutre commune	52
5.1. Gestion d'introduction des murs	39	6.1.7.1. Faire poutre commune	52
5.1.1. Menu flottant	39	6.1.7.2. Défaire poutre commune	52
5.1.2. Types de murs	39	6.1.8. Introduire contours extérieurs de poutres	52
5.1.2.1. Murs en béton armé	39	6.1.9. Options d'attribution des poutres et des murs	52
5.1.2.2. Murs en blocs génériques	39	6.1.10. Prolonger poutre	52
5.1.2.3. Murs en blocs NORMABLOC	40	6.1.11. Consoles courtes	53
5.1.2.4. Murs en maçonnerie	41	6.1.11.1. Introduction de consoles courtes	53
5.1.3. Ouvertures dans les murs	41	6.1.11.2. Editer les consoles courtes	53
5.1.3.1. Généralités	41	6.1.12. Ajuster les poutres	53
5.1.3.2. Renforts d'ouvertures	42	6.1.13. Armature de poutres incorporées dans les murs et poutres de tête	53
5.1.3.3. Dimensionnement des renforts d'ouvertures	43	6.1.14. Largeur efficace dans les poutres mixtes	54
5.1.4. Prolonger murs	43	6.1.15. Configuration de l'éditeur d'armature de poutres	54
5.1.5. Attribuer murs	43		
5.1.6. Editer murs	43		

6.1.16. Références de base de chevêtres et portiques	.54	7.1.2.2. Planchers réticulés	.68
6.1.17. Capture du fond de plan pour l'introduction des poutres	.54	7.1.2.3. Planchers de plaques allégées	.68
6.2. Calcul et Résultats des poutres	.55	7.1.2.4. Planchers mixtes	.68
6.2.1. Dimensionner poutres métalliques dans le menu calculer	.55	7.1.3. Planchers inclinés	.69
6.2.2. Erreurs de poutres	.55	7.1.3.1. Fenêtre Planchers inclinés/Dénivelés	.69
6.2.3. Poutres inclinées	.55	7.1.3.2. Création	.70
6.2.4. Copier armatures entre portiques et différents niveaux	.56	7.1.3.3. Edition	.70
6.2.5. Dimensionner poutres métalliques de plancher	.57	7.1.3.4. Attribuer	.71
6.2.6. Regroupement de portiques	.58	7.1.3.5. Assigner automatiquement plan à poutres	.71
6.2.7. Bloquer armatures de portiques	.58	7.1.3.6. Mise en oeuvre de planchers inclinés	.71
6.2.7.1. Considération à prendre en compte pour l'utilisation de l'option	.58	7.1.4. Introduction trémie	.77
6.2.7.2. Fonctionnement de l'option	.59	7.1.5. Options des planchers	.77
6.2.8. Poutres mixtes	.60	7.2. Calcul et résultats des planchers	.78
6.2.8.1. Erreurs dans les connecteurs	.60	7.2.1. Planchers de poutrelles	.78
6.2.9. Vérification des consoles courtes	.60	7.2.1.1. Vues des poutrelles	.78
6.2.9.1. Réarmer consoles courtes	.60	7.2.1.2. Egaliser	.79
6.2.10. Edition d'armatures des poutres inclinées	.60	7.2.1.3. Erreurs	.80
6.2.11. Configuration de l'éditeur d'armatures de poutres	.61	7.2.1.4. Information	.81
6.2.12. Diagrammes des efforts	.61	7.2.1.5. Attribuer	.81
6.3. Plans et Récapitulatifs	.61	7.2.2. Dalles et Planchers réticulés	.82
6.3.1. Poutres inclinées	.61	7.2.2.1. Permettre l'introduction d'armatures dans les dalles et les planchers réticulés non calculés	.82
6.3.2. Consoles courtes	.61	7.2.2.2. Options du menu Dalles/Planchers réticulés de l'onglet Résultats	.83
7. Planchers	.62	7.2.2.3. Ajouter renforts à l'effort tranchant autour des panneaux	.84
7.1. Gestion d'introduction des planchers	.62	7.2.3. Plaques allégées	.85
7.1.1. Menu flottant des planchers	.62	7.2.3.1. Vues des plaques allégées	.85
7.1.2. Types de planchers	.63	7.2.3.2. Catalogue des plaques allégées	.86
7.1.2.1. Planchers de poutrelles	.63	7.2.4. Planchers mixtes	.86
		7.2.4.1. Dimensionnement des planchers mixtes	.86

7.2.4.2. Résultats des planchers mixtes	90	8.4.4. Récapitulatifs	107
7.2.5. Diagrammes des efforts	93	8.4.5. Plans des escaliers	107
7.3. Plans et Récapitulatifs	93	8.5. Configuration du module Escaliers (matériaux, tableaux d'armature et options des escaliers)	108
7.3.1. Dalles mixtes	93	9. Structures en acier et en bois	110
7.3.1.1. Récapitulatifs	93	9.1. Structures 3D intégrées	110
7.3.1.2. Plans	94	9.1.1. Menu structures 3D intégrées	110
7.3.2. Poutrelles	94	9.1.2. Programme CYPE 3D	111
7.3.2.1. Liste des efforts dans les poutrelles	94	9.2. Assemblages	112
7.3.2.2. Quantitatif des poutrelles	94	9.2.1. Types d'assemblages	113
7.3.3. Planchers inclinés	94	9.2.2. Dimensionnement des assemblages	115
8. Escaliers	95	9.2.3. Consultation des assemblages	115
8.1. Information générale	95	9.2.4. Raisons possibles de non dimensionnement d'un assemblage	116
8.2. Localisation du module Escaliers	96	9.3. Exportation à d'autres programmes	116
8.3. Introduction des données dans le module Escaliers	96	10. Charges	118
8.3.1. Créer un nouveau noyau d'escaliers	96	10.1. Charges définissables dans les données générales	118
8.3.1.1. Données communes du noyau d'escaliers	96	10.1.1. Actions	118
8.3.1.2. Données dans les volées du noyau d'escaliers	97	10.1.1.1. Vent	118
8.3.1.3. Introduction du noyau d'escaliers dans l'ouvrage	100	10.1.1.2. Séisme	118
8.3.1.4. Outils facilitant la définition des noyaux et volées d'escaliers	102	10.1.1.3. Résistance au feu	119
8.3.2. Editer noyaux d'escaliers existants	105	10.1.2. Hypothèses additionnelles (charges spéciales)	120
8.3.3. Effacer noyaux d'escaliers	105	10.1.3. Etats limites	122
8.3.4. Déplacer un noyau d'escaliers	105	10.1.3.1. Configuration des combinaisons pour chaque état limite	122
8.3.5. Tourner un noyau d'escaliers	105	10.2. Charges d'exploitation définissables dans les niveaux	124
8.4. Résultats, listes et plans du module Escaliers	106	10.2.1. Charges dans les niveaux	124
8.4.1. Visualiser le plan de ferrailage d'un noyau d'escaliers	106	10.2.2. Charges au niveau du groupe de fondation	124
8.4.2. Visualiser les déplacements et les efforts via des diagrammes d'isovaleurs	106		
8.4.3. Calcul des noyaux d'escaliers	106		

10.3. Menu Charges	124	12.1.2. Menu Efforts	140
10.3.1. Charges surfaciques dans les planchers	124	12.1.3. Menu Fenêtre	140
10.3.2. Introduction automatique de charges linéaires dans les poutres	125	12.2. Déformée	140
10.4. Plans et Récapitulatifs	125	12.2.1. Vue 3D de la déformée de la structure	140
11. Fondation	126	12.2.2. Indication de la valeur de la déformée avec échelle des couleurs	141
11.1. Plaques d'ancrage	126	12.2.3. Sélection des niveaux pour visualiser leur déformée ..	142
11.2. Semelles	126	13. Tables et bibliothèques	143
11.2.1. Caractéristiques des semelles	126	13.1. Tables d'armatures	143
11.2.2. Options du menu flottant des semelles	127	13.1.1. Utilisation des tables d'armatures	143
11.2.3. Semelles sous murs	129	13.1.2. Restaurer tables par défaut	144
11.2.4. Options des semelles	129	13.2. Bibliothèques de profils	144
11.3. Longrines	131	13.2.1. Edition d'un profil de manière isolée	144
11.3.1. Généralités sur les longrines de liaison et de redressement	131	13.2.2. Gestion des bibliothèques	144
11.3.2. Menu flottant des longrines	131	13.2.2.1. Utilisation des bibliothèques existantes	144
11.4. Génération automatique des semelles et longrines	134	13.2.2.2. Edition des bibliothèques	145
11.5. Calcul et résultats	134	13.2.2.3. Création de bibliothèques	145
11.5.1. Dimensionner	134	14. Exemple pratique	146
11.5.2. Erreurs de vérification	135	14.1. Introduction	146
11.5.3. Eliminer recouvrement	135	14.2. Organisation des données	147
11.6. Récapitulatifs et plans	135	14.2.1. Plan de positionnement des piliers	147
11.6.1. Récapitulatif de la fondation	135	14.2.2. Plan de section de la face du bâtiment	147
11.6.2. Plan de niveau de fondation et plan de ferrailage	136	14.2.3. Table des niveaux	147
12. Isovaleurs et déformée	138	14.2.4. Plans de niveau	148
12.1. Isovaleurs	138	14.2.5. Plans DXF ou DWG	148
12.1.1. Fenêtre Hypothèses et niveaux	138	14.3. Introduction de données	148
		14.3.1. Création de l'ouvrage	148

14.3.2. Données générales	148	14.5.2.1. Contrôle des efforts	176
14.3.2.1. Norme y matériaux	148	14.5.2.2. Contrôle des sections	178
14.3.2.2. Vent et séisme	150	14.5.3. Planchers de poutrelles	178
14.3.2.3. Ensemble de charges spéciales	150	14.5.3.1. Contrôle des efforts	178
14.3.2.4. Combinaisons	150	14.5.3.2. Contrôle de sections	179
14.3.2.5. Coefficients de courbure	150	14.5.4. Fondation	180
14.3.3. Définition de niveaux/groupes de niveaux	151	14.5.4.1. Dimensionnement	180
14.3.4. Import de plans DXF ou DWG	152	14.5.4.2. Contrôle des erreurs	181
14.3.5. Introduction de poteaux	153	14.5.4.3. Recouvrement de semelles	181
14.3.6. Introduction du groupe 1. 1er niveau	157	14.5.4.4. Consultation des résultats	181
14.3.6.1. Poutres	158	14.6. Modification des armatures	181
14.3.6.3. Charges	165	14.6.1. Poteaux	181
14.3.7. Introduction du groupe 2. 2ème et 3ème niveau	166	14.6.2. Poutres	183
14.3.7.1. Poutres	167	14.6.3. Planchers de poutrelles	184
14.3.7.2. Planchers	170	14.6.4. Fondation	187
14.3.7.3. Charges	170	14.7. Retouche des textes avant l'obtention des plans	189
14.3.8. Introduction du groupe 3. Couverture	170	14.8. Obtention des plans	190
14.3.9. Introduction du groupe 4. Salle des machines	171		
14.3.10. Introduction du groupe 0. Fondation	171		
14.3.10.1. Semelles	171		
14.3.10.2. Longrines de redressement et de liaison	174		
14.4. Calcul	175		
14.5. Contrôle des résultats	175		
14.5.1. Poteaux	175		
14.5.1.1. Déplacements (seulement pour des actions horizontales)	175		
14.5.1.2. Contrôle des efforts	175		
14.5.1.3. Contrôle des sections	176		
14.5.2. Poutres	176		

Presentation

CYPECAD est un logiciel destiné aux projets de bâtiments en béton armé et métalliques. Il permet l'analyse spatiale, le dimensionnement de tous les éléments structuraux, l'édition des armatures et des sections et l'obtention des plans de construction de la structure.

Il réalise le calcul des structures tridimensionnelles composées d'éléments porteurs et de planchers (y compris la fondation) et le dimensionnement automatique des éléments de béton et mécaniques.

Avec **CYPECAD**, le projeteur a en main un outil précis et efficace pour résoudre tous les problèmes relatifs au calcul des structures en béton de tout type. Ce logiciel est adapté aux dernières normes en vigueur.

1. Prise en main du programme

1.1. Aspect général de la fenêtre de travail

1.1.1. Onglets

Dans la zone inférieure de la fenêtre principale de CYPECAD, apparaissent les onglets suivants :

- Entrée des poteaux, noyaux et définition des niveaux
- Entrée des poutres, murs, planchers, semelles et semelles sur pieux
- Résultats
- Isovaleurs
- Déformée

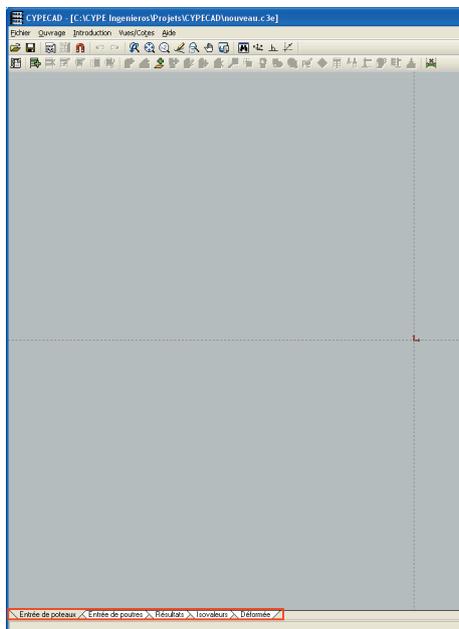


Fig. 1.1

L'activation de chacun de ces onglets fait apparaître des menus et des options différents.

1.1.2. Menus principaux

Dans la partie supérieure des fenêtres principales de CYPECAD, se trouvent les menus principaux vous permettant d'accéder aux différentes options du programme. Ces menus sont également accessibles via la barre d'options que vous pouvez activer en cliquant sur l'icône la plus à droite de la première barre d'outils.

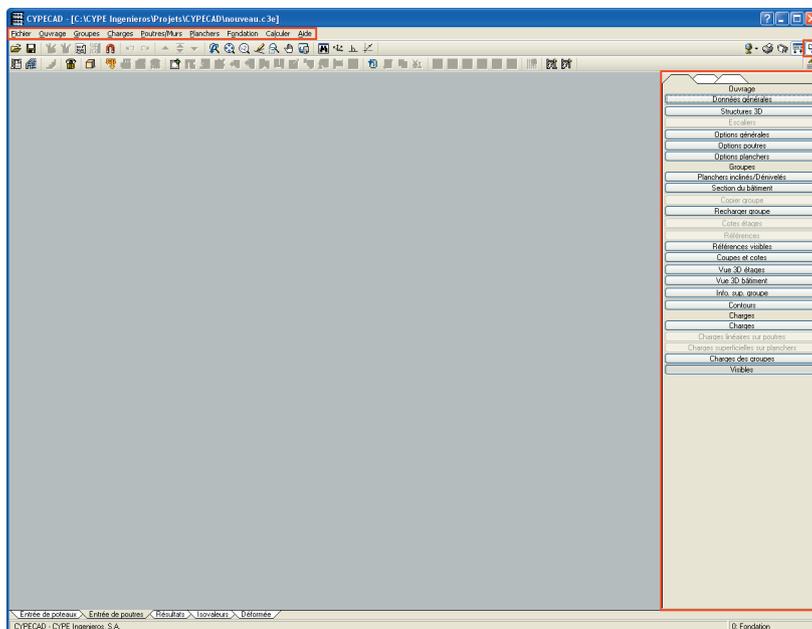


Fig. 1.2

1.1.3. Première barre d'outils

La barre d'outils située juste en dessous des menus principaux possède des options propres, majoritairement pour la visualisation et le dessin de la structure.

Les icônes **Précédent** et **Suivant**, présentes dans les onglets **Entrée des poteaux**, **Entrée des poutres** et **Résultats**, permettent respectivement d'annuler et de répéter la dernière modification effectuée.

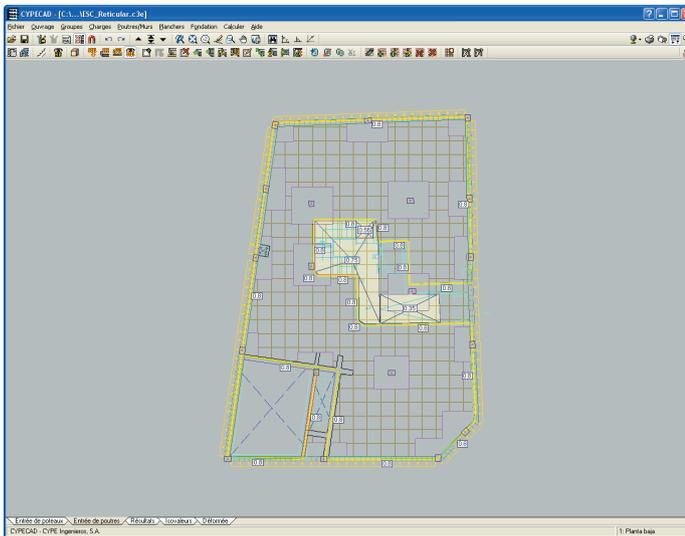


Fig. 1.3

1.1.4. Deuxième barre d'outils

Le programme possède une barre d'accès direct aux outils des menus du programme (Dans les onglets **entrée des poteaux**, **entrée des poutres** et **résultats**).

Ces barres d'outils peuvent être configurées en ajoutant ou en enlevant des options grâce à l'icône représentant une main, située à droite de la barre d'outils.

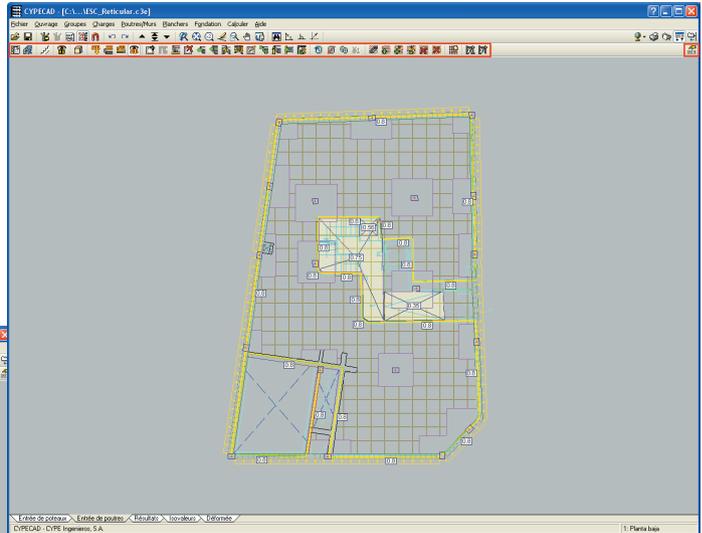


Fig. 1.4

1.1.5. Couleurs de fond d'écran

Les couleurs de fond de travail de CYPECAD sont limitées à trois : blanc, gris et noir. D'autre part, les palettes de couleur des éléments se dessinant à l'écran ont été optimisées pour s'adapter aux fonds d'écrans disponibles.

Le choix du fond d'écran peut s'effectuer via l'icône représentant un globe terrestre située à droite de la barre d'outils.

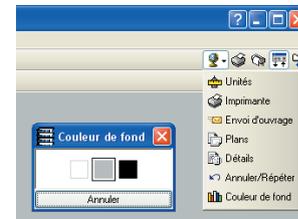


Fig. 1.5

1.2. Aides à l'écran

Les programmes de CYPE Ingenieros disposent d'aides à l'écran permettant à l'utilisateur d'obtenir directement du programme les informations nécessaires sur le fonctionnement des menus des dialogues et de leurs options.

Il existe quatre façons différentes d'accéder à ces aides :

1.2.1. Touche F1

Pour obtenir de l'aide sur une option d'un menu, il suffit de dérouler le menu, de placer le curseur sur l'option pour laquelle vous désirez de l'aide sans l'activer (c'est-à-dire sans cliquer dessus) et d'appuyer sur la touche F1.

1.2.2. Utilisation des options

Lorsqu'une option est sélectionnée, un texte d'aide pour l'utilisation de cette option apparaît dans la partie inférieure du logiciel, sous la barre des onglets. Ce texte peut expliciter les étapes à suivre pour l'utilisation correcte de l'option sélectionnée ou encore donner des astuces pour des options dérivées.

sollicitée. Cette information est la même que celle qui s'obtient avec la touche **F1**.

Vous pouvez désactiver cette aide de trois manières différentes : en cliquant sur le bouton droit de la souris, en cliquant sur le bouton du point d'interrogation ou en appuyant sur la touche **Esc**.

Vous pouvez également obtenir de l'aide sur les icônes de la barre d'outils. Pour cela, cliquez sur l'icône représentant un point d'interrogation . En faisant cela, les icônes disposant d'une information s'entourent en bleu. Cliquez ensuite sur l'icône pour laquelle vous voulez consulter l'aide.

Dans la barre des titres des fenêtres qui s'ouvrent lors de l'exécution de certaines options du programme, apparaît également l'icône représentant le signe d'interrogation . En cliquant dessus, les options ou parties disposant d'une aide s'entoureront de bleu. Cliquez sur celle pour laquelle vous désirez consulter l'aide.



Fig. 1.6

1.2.3. Icône avec point d'interrogation

Dans la barre des titres de la fenêtre principale de chaque programme, il y a une icône représentant un point d'interrogation . Vous pouvez obtenir l'aide spécifique d'une option du programme de la façon suivante : cliquez sur cette icône, déroulez le menu contenant l'option pour laquelle vous voulez de l'aide et cliquez sur cette option. Vous verrez apparaître une fenêtre contenant l'information

1.2.4. Icône en forme de livre

Dans la barre des titres de certaines fenêtres, vous trouverez une icône représentant un livre ouvert  permettant d'accéder à l'information générale de la fenêtre dans laquelle elle apparaît.

1.2.5. Guide rapide

L'information accessible par la touche F1 et relative aux options des menus peut être consultée et imprimée avec l'option **Aide > Guide rapide**. Ces aides sont celles correspondantes aux options se trouvant dans l'onglet dans lequel vous vous trouvez.

Les aides des dialogues et celles du guide sont différentes.

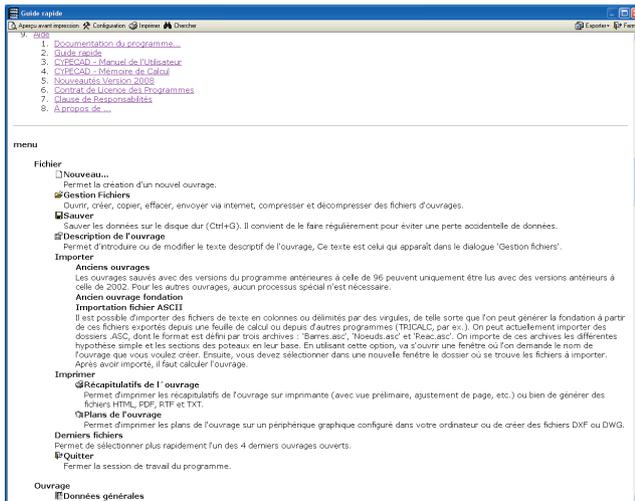


Fig. 1.7

1.3. Introduction des ouvrages

Pour créer un nouvel ouvrage, cliquez sur **Fichier > Nouveau**. Une boîte de dialogue vous demandant l'emplacement, le nom et une éventuelle description du futur ouvrage s'ouvrira.

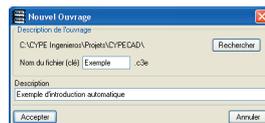


Fig. 1.8

Une fois cela fait, cliquez sur **Accepter** et vous verrez s'ouvrir une deuxième boîte de dialogue dans laquelle vous devrez choisir entre une introduction manuelle (**Ouvrage vide**) ou, si vous possédez la licence correspondante, une introduction guidée (**Introduction automatique**).



Fig. 1.9

1.3.1. Introduction automatique

Ce mode d'introduction fait intervenir un assistant qui vous permet de définir l'ouvrage pas à pas en indiquant successivement les caractéristiques du bâtiment, les niveaux et les groupes avec leurs charges respectives, en ajoutant les calques de fond de plan DXF/DWG contenant les contours, et en introduisant les poteaux et les trémies.

Une fois l'introduction terminée, l'ouvrage est généré et la fenêtre **Données générales** s'ouvre pour vous permettre de sélectionner les normes et les options propres à l'ouvrage.

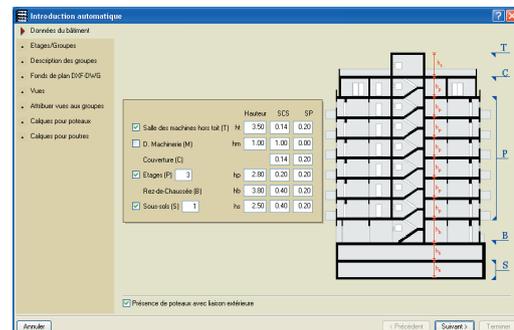


Fig. 1.10

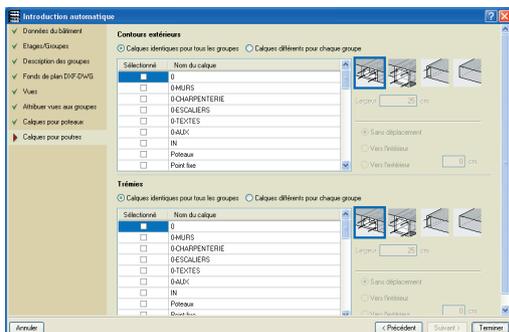


Fig. 1.17

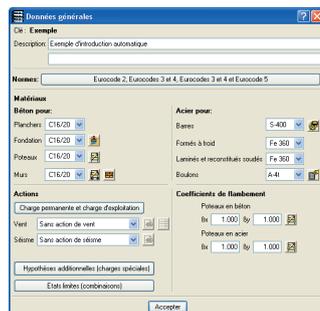


Fig. 1.18



Fig. 1.19

Vous accédez ensuite à la fenêtre principale de **CYPECAD** et pouvez modifier toutes les données introduites.

Pour compléter l'introduction de l'ouvrage, vous devez encore introduire les planchers, les charges supplémentaires, la fondation et toutes les données particulières à l'ouvrage.

1.3.2. Introduction manuelle

En choisissant d'ouvrir un ouvrage vide, vous devrez introduire vous-même toutes les données de l'ouvrage.

Afin de simplifier l'introduction de ces données, il est important d'être méthodique. Nous vous présentons ci-après un schéma que vous pouvez suivre lors de la réalisation de votre projet dans CYPECAD. Vous pouvez bien sûr suivre votre propre méthode, l'important étant que l'ensemble des informations reste cohérent et ordonné.

- **Données générales.** (Onglets **Entrée des poteaux**, **Entrée des poutres** et **Résultats**, menu **Ouvrage**). Lors de la création d'un nouvel ouvrage, vous devez lui assigner un nom, indiquer la norme à utiliser, les matériaux qui seront employés et le type de contrôle qui sera réalisé.
- **Définition des niveaux.** (Onglet **Entrée des poteaux**, menu **Introduction**). Description des niveaux de la structure, de leur organisation en groupes, des hauteurs totales les séparant et des charges d'exploitation et permanentes qu'ils supportent.
- **Introduction des éléments porteurs.** (Onglet **Entrée des poteaux**, menu **Introduction**). Description de la géométrie des poteaux, des noyaux et de leurs positions.
- **Introduction des murs.** (Onglet **Entrée des poteaux**, menu **Poutres/Murs**). Introduction des murs qui vont supporter la structure.
- **Introduction des poutres.** (Onglet **Entrée des poteaux**, menu **Poutres/Murs**). Introduction des poutres qui vont supporter la structure.
- **Introduction des planchers.** (Onglet **Entrée des poteaux**, menu **Planchers**). Introduction des planchers à utiliser dans la structure.
- **Positionnement des charges spéciales.** (Onglet **Entrée des poteaux**, menu **Charges**). Il s'agit de positionner les charges qui n'ont pas encore été considé-

rées jusqu'alors, comme celles des parois intérieures. Nous vous rappelons qu'ont déjà été prises en compte les charges d'exploitation et permanentes dans la définition des niveaux et que vous n'avez donc pas à les introduire ici. Le poids propre des éléments résistants (poteaux, noyaux, poutres et planchers) n'aura pas non plus à être réintroduit.

- **Introduction des escaliers.** (Onglet **Entrée des poutres**, menu **Ouvrage**).
- **Introduction des structures 3D.** (Onglet **Entrée des poutres**, menu **Ouvrage**). Introduction des structures 3D définies dans CYPE 3D.
- **Introduction des fondations.** (Onglet **Entrée des poutres**, menu **Fondation**). Introduction des radiers à utiliser dans la structure et du type de fondation de l'ouvrage.
- **Calcul de la structure.** (Onglet **Entrée des poutres**, menu **Calculer**).
- **Identification et correction des erreurs.** (Onglets **Résultats**, **Isovaleurs** et **Déformée**). Après le calcul, le logiciel procède à l'analyse des messages et erreurs en relation avec les éléments résistants de la structure. Vous devrez corriger tous ceux qui impliquent un changement de dimensions, recalculer la structure et vérifier à nouveau les erreurs (processus itératif qui se termine quand les erreurs impliquant un changement de dimensions disparaissent). Si aucun changement de dimensions n'est nécessaire, vous pouvez considérer les résultats comme étant valides.
- **Préparation des résultats.** (Onglet **Résultats**). Cette étape précède l'édition des plans. C'est ici que vous pouvez uniformiser les armatures des planchers, regrouper les poteaux ou effectuer des modifications manuelles sur les armatures. Vous pourrez aussi corriger les positions des textes pour qu'ils ne soient pas dissimulés sur les plans.

- **Sortie des plans et des récapitulatifs.** (Menu **Fichier**, option **Imprimer** ou icônes de Configuration situées en haut à droite de la fenêtre principale). C'est l'étape finale par laquelle vous obtenez la sortie papier ou l'exportation fichier au format de dessin des informations générées par le programme à partir de la structure introduite, calculée et contrôlée.

1.3.3. Gestion des fichiers

1.3.3.1. Derniers fichiers

Dans le menu **Fichiers > Derniers fichiers**, apparaît, à la suite des six derniers fichiers ouverts, l'option **Plus...** Cette option affiche une liste avec tous les derniers fichiers ouverts par ordre chronologique.

1.3.3.2. Importation de fichiers ASCII pour générer les fondations

Options Archives > Importer > Importation de fichier ASCII

Il est possible d'importer des fichiers texte en colonne ou délimités par des virgules de façon à pouvoir générer la fondation à partir de fichiers exportés d'une feuille ou d'autres programmes. Actuellement, sont importables les archives '.ASC' dont le format est en réalité défini par trois archives : 'barres.asc', 'nœuds.asc', et 'reac.asc'.

De ces fichiers sont importées les différentes hypothèses simples de charge, les efforts aux amorces pour chaque hypothèse simple et les sections des poteaux aux amorces.

Le processus d'importation est le suivant :

Cliquez sur **Fichier > Importer > Importation fichier ASCII**. Une fenêtre vous demandant le nom de l'ouvrage que vous voulez créer s'ouvre.

Ensuite vous devrez sélectionner dans une nouvelle fenêtre le répertoire où se trouvent les fichiers à importer.

Après l'importation, vous devrez calculer l'ouvrage.

1.3.3.3. Exemples d'ouvrages

Avec le programme, viennent des exemples qui peuvent être ouverts en cliquant sur le bouton **Exemples** en haut de la fenêtre **Gestion des fichiers**.

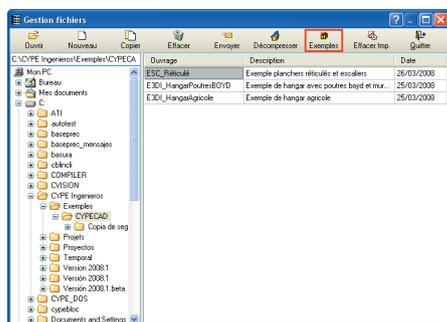


Fig. 1.20

2. Fonds de plans

2.1. Caractéristiques et options des fonds de plan

2.1.1. Caractéristiques fondamentales des fonds de plan

Afin de rendre l'utilisation de ce module optimale, CYPE Ingenieros a établi une série de propositions aidant à la définition de l'ouvrage.

Les éléments qui vont être introduits, tels que les poteaux, les contours extérieurs ou les vides, doivent être définis sur des calques distincts.

Les contours extérieurs et les vides doivent être définis par des polygones fermés.

Les vides d'installation et les trémies d'escaliers doivent être définis sur des calques différents, si vous désirez générer différentes dimensions pour les poutres.

Il est possible de n'utiliser qu'un seul calque pour définir le point fixe des poteaux. Il sera représenté par une polygone fermée qui contiendra le point du poteau que vous désirez définir comme fixe.

Chaque groupe devra être défini par un fond de plan ou par différents calques lorsqu'il n'existe qu'un fond de plan pour l'ensemble de l'ouvrage : poteaux_rdc, poteaux_appart, poteaux_toit, contour_rdc,...

Une fois que les fonds de plan du dessin vérifient les 5 propositions précédentes, le module peut être utilisé avec un rendement maximal.

2.1.2. Options des fonds de plan

La fenêtre **Gestion des vues des fonds de plan** s'ouvre en cliquant sur l'icône  de la barre d'outils de la fenêtre principale.



Fig. 2.1

Pour ajouter les fonds de plans DXF/DWG au projet, cliquez sur le bouton  de la ligne supérieure.

La liste des fonds de plan importés apparaît dans le dialogue.

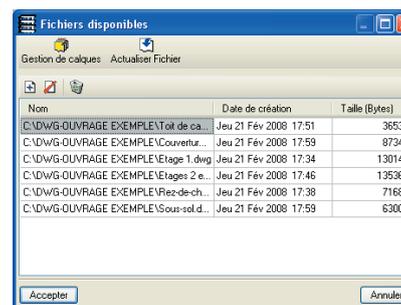


Fig. 2.2

En cliquant sur **Gestion des calques**, vous verrez les calques correspondant au fond de plan sélectionné. Ces calques peuvent être configurés : visibles ou non, modification du nom, de la couleur, de l'épaisseur du trait (si l'épaisseur est établie comme **taille**, il est possible de spécifier sa valeur) ; il est également possible de rendre visible les textes d'un calque et de permettre la capture sur les entités d'un calque.

A droite de la liste de contrôle des calques, vous avez un aperçu du résultat de la configuration des calques du fond de plan sélectionné dans la liste supérieure.

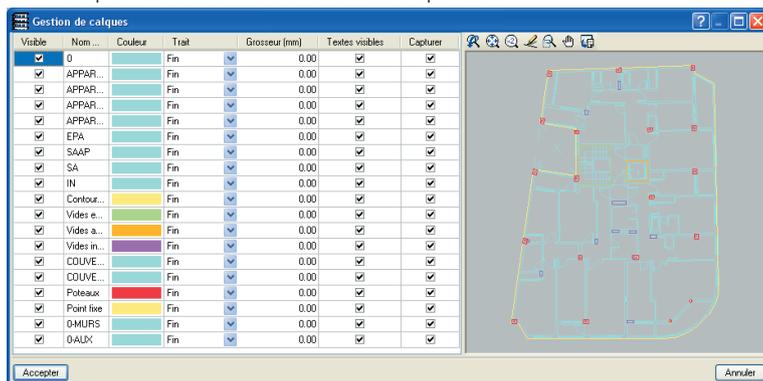


Fig. 2.3

Une fois les fonds de plan de dessin importés, vous reviendrez au dialogue **Gestion des Vues**, lequel affichera, les deux listes des fonds de plans importés et de leurs calques respectifs.

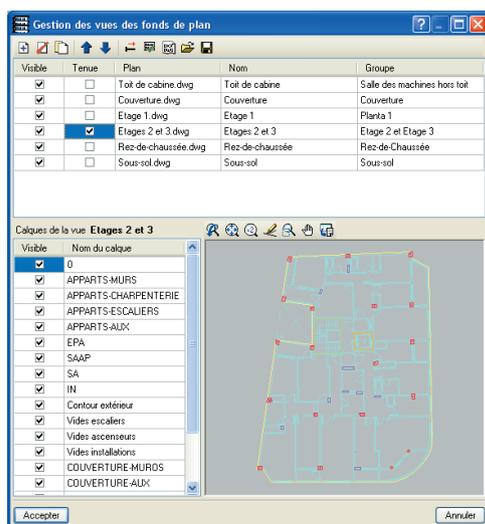


Fig. 2.4

Note : Une vue est une configuration des calques, de l'échelle et de l'origine des coordonnées d'un fond de plan DXF/DWG. En général, il sera uniquement nécessaire de créer des vues lorsque qu'il n'y a pas un fond de plan pour chaque groupe. Dans ce cas, il est nécessaire de créer autant de vues que de groupes que comprend le projet. Chacune d'entre elles sera liée à un fond de plan et possédera sa sélection de calques particulière.

Dans la liste supérieure du dialogue **Gestion des vues des fonds de plan**, vous pouvez voir les vues disponibles et les boutons **Ajouter**, **Effacer**, **Copier**, **Déplacer**, **Transformation**, **Vue des groupes**, **Ouvrir** et **Enregistrer** situés en en-tête.

Si vous cliquez sur **Transformation** , vous ouvrirez une fenêtre dans laquelle il est possible d'appliquer un déplacement et une échelle au fond de plan. L'échelle peut être donnée des deux façons suivantes : via l'introduction manuelle de la valeur à modifier dans les champs **Déplacement** et **Echelle**, ou graphiquement, en cliquant sur le premier bouton à gauche pour changer l'origine des coordonnées et sur le second pour changer l'échelle.

Il est possible de déplacer l'origine des coordonnées d'un fond de plan à la position initiale, c'est-à-dire à la position d'origine du dessin, en cliquant sur le bouton . Cette option a été conçue afin de pouvoir défaire tous les changements de l'origine des coordonnées réalisés avec l'option **Changer l'origine des coordonnées d'un fond de plan** .

Si vous voulez changer l'échelle mais que vous ne connaissez pas sa valeur, vous pouvez effectuer le changement via l'option **Ajuster l'échelle à un fond de plan** . Le programme vous demandera de définir graphiquement le premier et second point du segment ainsi que la taille de ce segment à l'échelle 1:1.

L'option **Vue des groupes**  permet de choisir les groupes dans lesquels seront visibles les fonds de plans.



Fig. 2.5

Cette option est également accessible depuis le bouton . Cependant, contrairement à la fenêtre de l'option **Vue des groupes**, la fenêtre s'ouvrant dans ce cas permet uniquement d'activer les vues pour le niveau où vous vous trouvez.



Fig. 2.6

2.2. Captures DXF/DWG

L'activation des captures se fait via la boîte de dialogue **Sélection de captures**, qui s'active en cliquant sur l'icône .



Fig. 2.7

Il est également possible d'activer ou de désactiver les captures via la touche de fonction <F3>. Si vous appuyez dessus sans qu'aucune capture ne soit activée dans la fenêtre des captures, ce dialogue s'ouvrira et vous pourrez sélectionner celle(s) désirée(s).

S'il y avait des captures sélectionnées, appuyer sur <F3> laisse les captures activées et ré-appuyer sur cette touche les désactive.

2.3. Plans et Récapitulatifs

Dans le dialogue de configuration des plans de niveau, vous trouverez entre autres l'option permettant de dessiner la vue associée à chaque niveau de fichiers DWG et DXF.

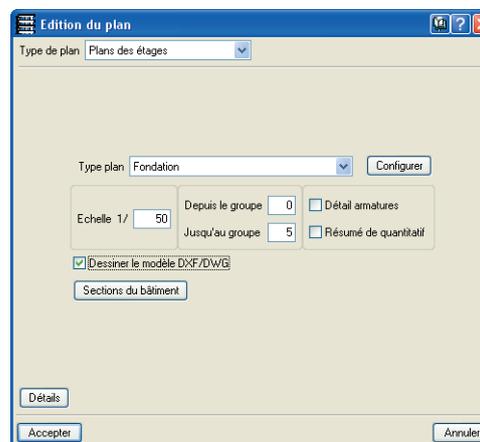


Fig. 2.8

3. Groupes et Niveaux

3.1. Généralités sur les groupes

Le programme admet jusqu'à 5 niveaux par groupe.

On définit comme 'Groupe' un ensemble d'un ou plusieurs niveaux consécutifs et égaux entre eux et pour lesquels on veut obtenir un ferrailage identique. Dans les groupes de plusieurs niveaux, plusieurs aspects doivent être considérés :

- L'introduction de données est unique pour tous les niveaux du groupe.
- Les résultats qui apparaissent à l'écran correspondent à la courbe enveloppe de tous les niveaux.
- Le dimensionnement de tous les niveaux du groupe est unique.
- De ce fait, on obtient un seul plan pour le groupe, quelque soit le type, c'est à dire un seul plan de niveau, un seul plan de poutres, etc.
- Il ne faut pas regrouper des niveaux lorsque sur l'un d'entre eux commence ou finit un élément porteur vertical (poteau, noyau, mur) ou une poutre inclinée.

3.2. Introduction des groupes et des niveaux

L'introduction des niveaux et des groupes se fait via l'option **Groupes/Niveaux**, présente dans le menu Introduction de l'onglet **Entrée des poteaux**.

Lorsqu'aucun groupe ou niveau n'est défini, seule l'option d'introduction de **Nouveaux Niveaux** est visible. Par la suite, vous verrez également apparaître dans cette fenêtre les options **Effacer niveaux**, **Editer niveaux**, **Editer groupes**, **Unir groupes** et **Diviser groupes**.



Fig. 3.1

3.2.1. Création de nouveaux niveaux

Lors de la création de nouveaux niveaux, il vous est demandé si vous souhaitez créer des niveaux **Libres** ou **Regroupés entre eux**.

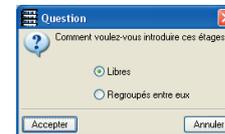


Fig. 3.2

Vous devez ensuite indiquer le nombre de niveaux à insérer et, pour chacun d'entre eux, indiquer la hauteur, la charge d'exploitation et la surcharge permanente (revêtement du sol, etc.). Vous pouvez également donner un nom plus spécifique à chaque niveau.

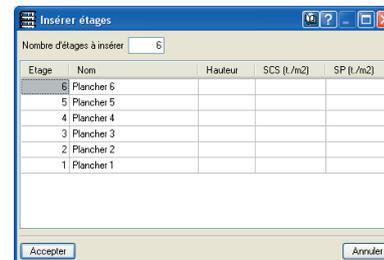


Fig. 3.3

3.2.2. Cote de la fondation

La profondeur de la fondation peut être indiquée dans la fenêtre **Editer niveaux**. Les cotes de tous les niveaux sont automatiquement ajustées à la valeur donnée pour la fondation. Dans cette fenêtre, il est également possible de modifier les noms des niveaux.

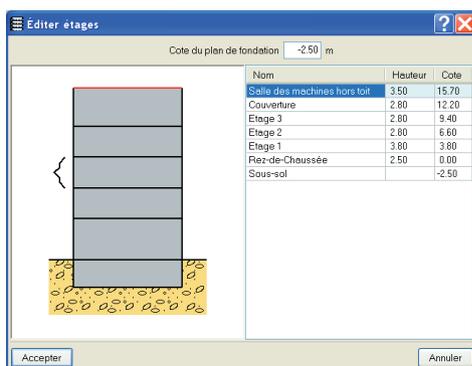


Fig. 3.4

3.2.3. Création, édition et suppression de groupes

Pour regrouper les niveaux en groupes, cliquez sur l'option **Unir groupe**. Cette option vous permettra de sélectionner les niveaux que vous souhaitez regrouper.

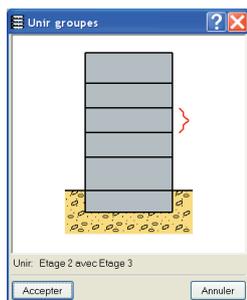


Fig. 3.5

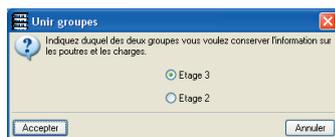


Fig. 3.6

Une fois cela fait, vous pouvez modifier les données (noms et charges) des groupes créés en sélectionnant l'option **Editer groupes**. Dans la fenêtre apparaissant, vous verrez que les groupes sélectionnés à droite de la fenêtre se dessinent en rouge sur le schéma visible à gauche de cette même fenêtre.

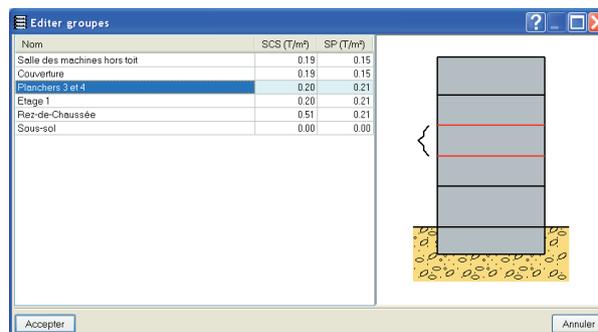


Fig. 3.7

Les niveaux d'un même groupe peuvent également être séparés en utilisant l'option **Diviser groupe**.

3.3. Options des groupes et des niveaux

Vous trouverez ces options dans le menu **Groupes** de l'onglet **Entrée de poutres**.

3.3.1. Options générales

- **Copier d'un autre groupe.**

Cette option permet de reproduire les données du groupe de niveaux que vous sélectionnez sur le groupe dans lequel vous êtes actuellement situé. On peut voir en vert le groupe de destination et en rouge celui qui va être copié (qui se sélectionne en déplaçant la pointe de la souris sur le graphique des groupes).

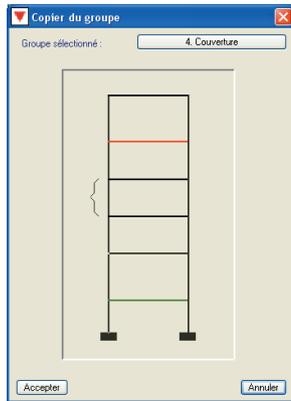


Fig. 3.8

- **Recharger groupe.**

Cette option permet de récupérer les données de la dernière sauvegarde. Les changements réalisés depuis seront perdus. Le programme demande confirmation avant l'exécution de cette commande.

- **Information de surface du groupe.**

Cette option donne des informations sur la surface totale, celle des planchers et celles des poutres du groupe où vous vous situez. Dans la surface totale, celle occupée par les poteaux et les murs est prise en compte.



Fig. 3.9

- **Consulter cotes des niveaux.**

Permet de consulter les cotes relatives et absolues de chaque niveau.

- **Références.**

Permet de modifier la position et les représentations des références de différents éléments. Pour cela, cliquez d'abord sur la référence que vous souhaitez déplacer puis à l'emplacement où vous désirez la situer.

- **Références visibles.**

Permet d'activer ou de désactiver la vue des références de façon permanente dans la vue du niveau. Il est possible de sélectionner les textes des éléments que vous souhaitez visualiser.

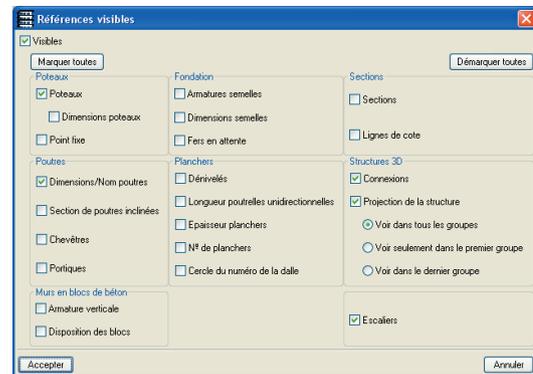


Fig. 3.10

3.3.2. Vues

- **Section du bâtiment.**

Cette option permet de faire des coupes verticales sur la structure pour avoir une vue de face, aussi bien à l'écran que sur les plans.

Vous pouvez stocker autant de sections que vous le voulez en leur donnant un nom.

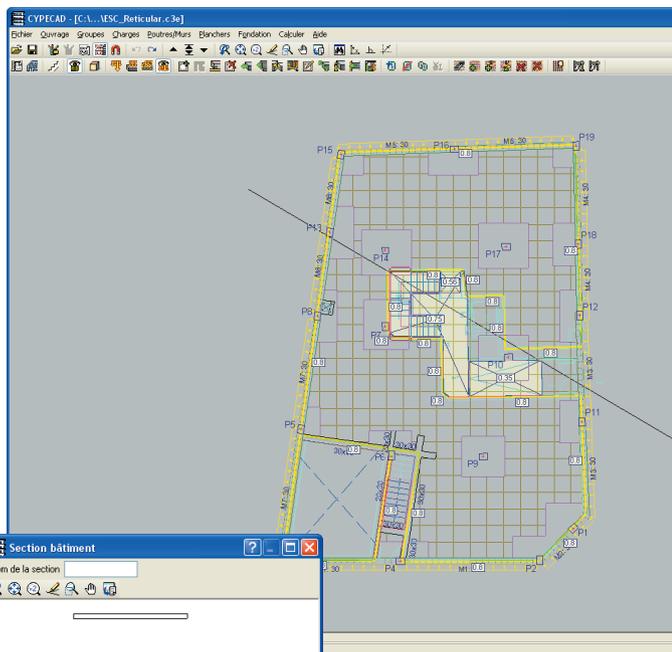


Fig. 3.11

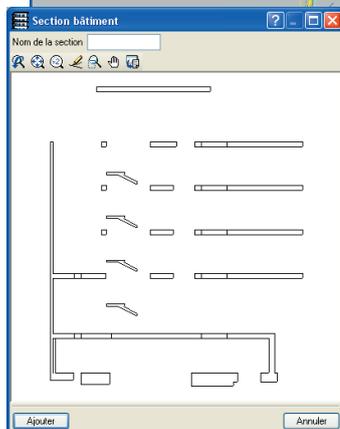


Fig. 3.12

Toutes les sections créées peuvent ensuite être éditées et effacées.

Par la suite, lors du dessin des plans de niveau, vous pourrez cliquer sur **Sections du bâtiment** pour activer les sections que vous souhaitez visualiser (la taille est configurable par l'utilisateur) avec le plan de niveau choisi.

- **Coupes et cotes.**

Permet d'introduire des lignes dans toutes les directions pour le dessin des sections de niveau et de visualiser un tracé de ces coupes. Une ligne de coupe est introduite dans chaque groupe de niveaux et une fenêtre avec la section de l'édifice produite par la ligne de coupe apparaîtra automatiquement.

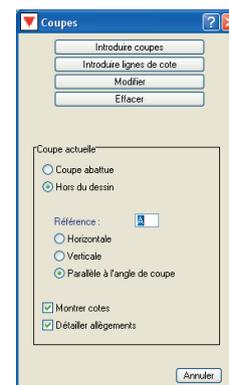


Fig. 3.13

- **Vue 3D niveaux.**

Vue 3D du groupe de niveaux actuel ou de l'intervalle de groupes que vous sélectionnez.



Fig. 3.14

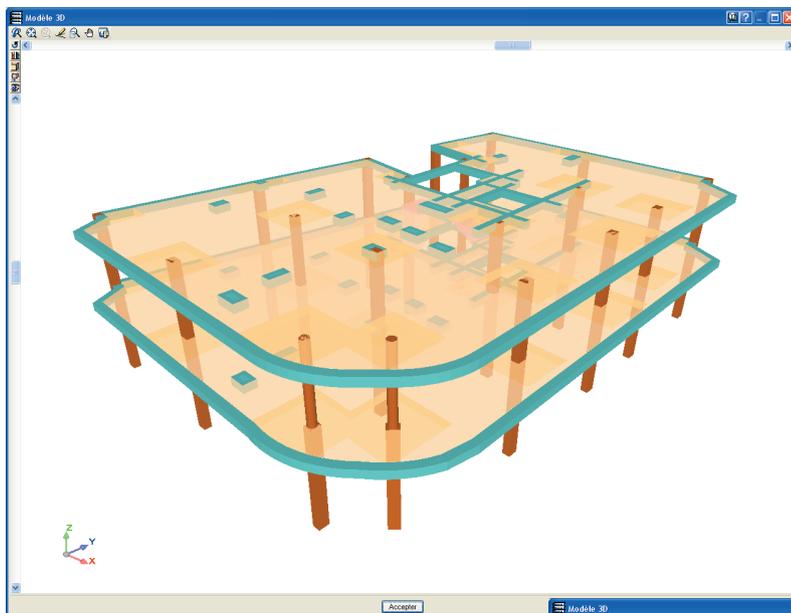


Fig. 3.15

- **Vue 3D bâtiment.**

Vue 3D complète de tout le bâtiment incluant, si elles existent, les structures 3D intégrées.

Chaque élément constructif (poteau, poutre, plancher sur poutrelles, etc.) apparaît avec une couleur différente.

La barre de déplacement horizontal tourne le niveau par rapport à l'axe z, tandis que la barre verticale le fait par rapport à l'axe x.

La vue 3D dispose d'un bouton permettant de passer de la perspective conique à la perspective isométrique et inversement.

Lorsque la perspective visualisée est une perspective conique, il est possible de se déplacer à l'intérieur de la structure en toute liberté. Dans la représentation, les planchers et les murs ont été dotés d'un degré de transparence facilitant la visualisation des éléments qui seraient occultés sinon.

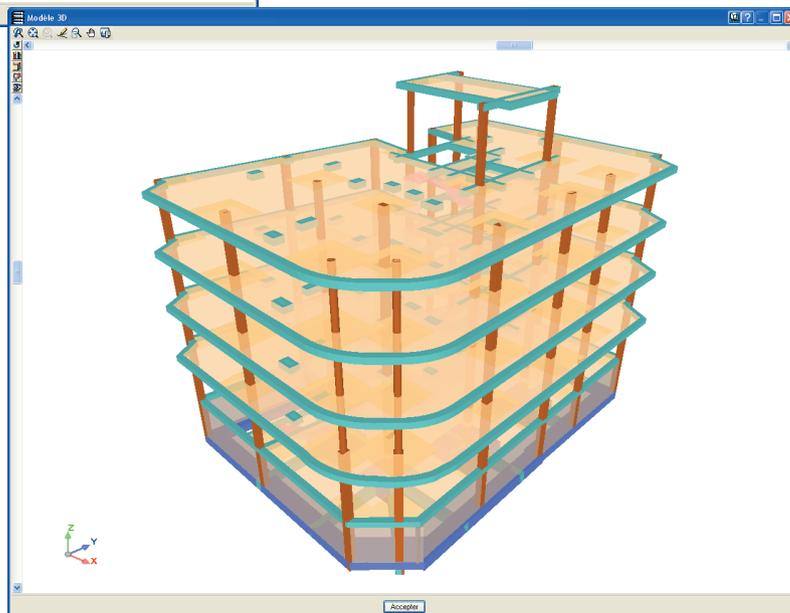


Fig. 3.16

4. Poteaux

4.1. Introduction de poteaux, de noyaux ou d'amorces

Pour introduire une amorce, un noyau ou un poteau, vous devez cliquer sur l'option **Poteaux, Noyaux et amorces** du menu **Introduction** de l'onglet **Entrée de poteaux**.

Sachez que si vous n'avez pas introduit de niveaux, vous pourrez uniquement introduire des amorces.

Une fois un poteau, une amorce ou un noyau introduit, la fenêtre **Poteaux, noyaux et amorces** contiendra plus d'options, vous permettant par exemple d'éditer, de déplacer, d'ajuster, de modifier le point fixe, l'angle, d'introduire des coefficients d'encastrement, de flambement, des charges, etc.

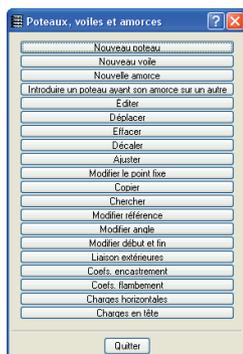


Fig. 4.1

4.1.1. Amorces de poteaux

Les amorces sont des poteaux de hauteur 0 qui servent pour le calcul d'une fondation, qu'il s'agisse d'un radier, de semelles isolées ou autre, sans nécessité d'introduire la structure supérieure et par conséquent sans qu'il soit nécessaire de définir un groupe de niveaux.

Sur ces amorces, vous devrez ensuite introduire la charge que les poteaux transmettent à la fondation avec l'option **Introduction > Poteaux > Charge en tête**.

Avant de procéder au calcul de la fondation, vous devrez sélectionner **Calcul > Calculer ouvrage**.

Si vous avez introduit la géométrie de fondation, vous pouvez choisir **Calcul > Calculer ouvrage et Dimensionner fondation**.

4.1.2. Poteaux

4.1.2.1. Nouveau poteau

Lors de l'introduction d'un nouveau poteau, vous devez indiquer le groupe initial, le groupe final, les coefficients de flambement et d'encastrement, l'angle, la liaison extérieure, le dénivelé et l'épaisseur des appuis.

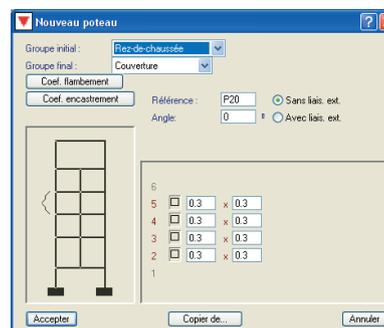


Fig. 4.2

Vous devez également sélectionner le type de poteau à chaque niveau. Pour cela, cliquez sur le symbole se trou-

vant à côté des numéros de niveau dans la partie inférieure de la fenêtre. Ensuite, selon que vous ayez choisi un poteau en béton ou métallique, vous devez indiquer les dimensions ou le profil.

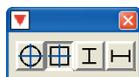


Fig. 4.3

Une fois ces données remplies, acceptez la boîte de dialogue. Celle-ci se fermera et vous pourrez introduire le poteau à l'emplacement désiré en cliquant simplement avec la souris dans la fenêtre principale.

4.1.2.2. Nouveau poteau avec amorce sur un autre

Il est possible de définir l'amorce d'un ou de plusieurs poteaux en tête d'un autre avec l'option **Introduire un poteau ayant son amorce sur un autre**. Cette option se trouve dans la fenêtre apparaissant lorsque vous sélectionnez le menu **Introduction > Poteaux, noyaux et amorces**.

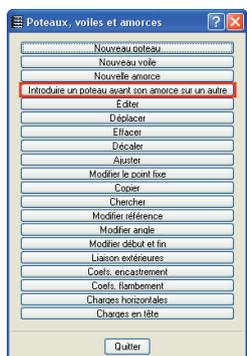


Fig. 4.4

Cette option élargit l'horizon des dispositions géométriques des poteaux dans les ouvrages de CYPECAD. Par exemple, vous pouvez définir des poteaux qui, dans un tronçon, possèdent un ajustement ou un point fixe différent du tronçon inférieur et avec une position, un angle de rotation et des dimensions qui font que le tronçon supérieur reste partiellement en dehors de la projection du poteau sur le niveau inférieur.

Le programme autorise un nombre indéfini de tronçons de poteaux sur un autre, c'est-à-dire qu'il peut y avoir un poteau sur un autre qui possède à son tour un poteau sur lui et ainsi de suite. D'autre part, plus d'un poteau peuvent prendre naissance sur le même poteau.

Fonctionnement

Une fois l'option sélectionnée et lorsque le curseur passe sur un poteau, celui-ci change de couleur s'il est possible d'introduire un poteau dessus. Cela arrive lorsque le poteau ne finit pas au dernier niveau. Pour introduire le nouveau poteau sur un autre, le programme dessine une circonférence concentrique avec l'axe du poteau illuminé (qui sera le poteau de base) dans laquelle il est possible de placer le point fixe du nouveau poteau.

Pour positionner définitivement le nouveau poteau, cliquez gauche avec la souris. Le programme demande les coordonnées du point fixe du nouveau poteau par rapport au point fixe du poteau de base. Après avoir introduit les coordonnées, vous verrez apparaître une fenêtre semblable à celle utilisée pour l'introduction d'un poteau normal et dans laquelle sont définies les données qui définissent le nouveau poteau.

Il est possible d'introduire le poteau supérieur en utilisant les captures de DXF ou DWG ou en capturant l'axe, les coins, le point milieu de faces et les faces du poteau de base. Dans ces cas, le programme ne demandera pas les coordonnées du point fixe du nouveau poteau.

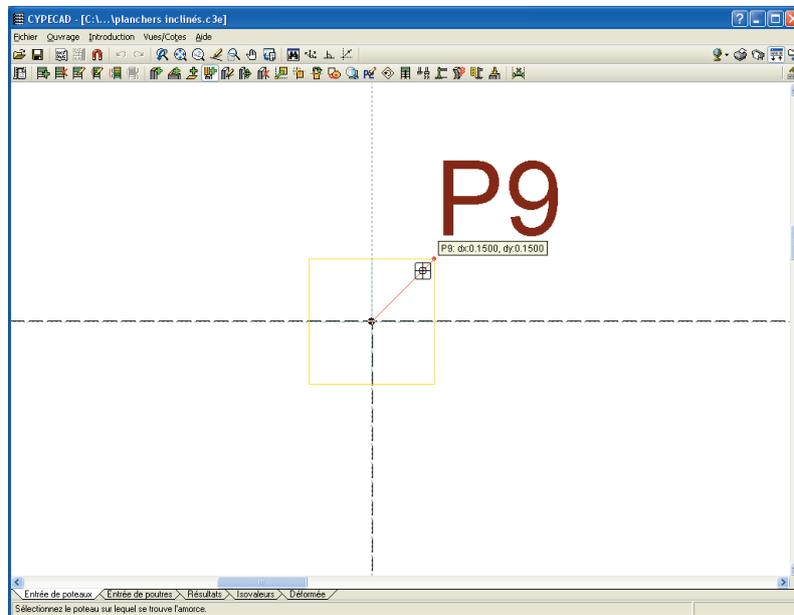


Fig. 4.5

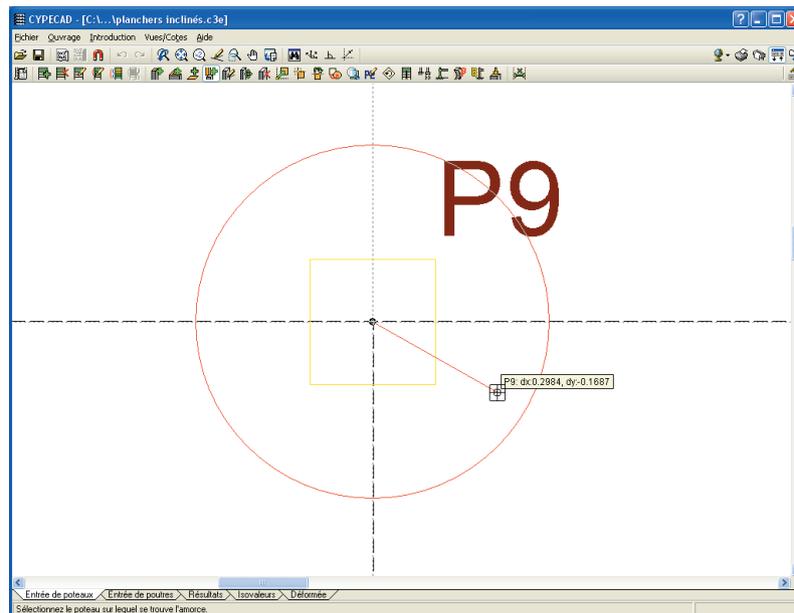


Fig. 4.6

Comme référence du ou des nouveaux poteaux naissant sur un autre inférieur, le programme propose la même que celle de ce dernier plus une lettre consécutive à partir de la lettre « a ».

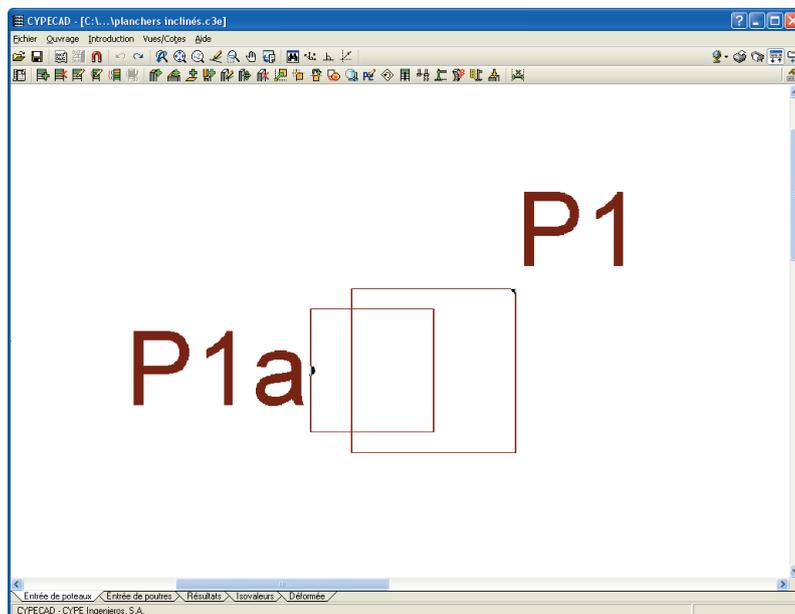


Fig. 4.7

N'oubliez pas que si les poteaux ne se superposent pas, vous devez introduire le poteau supérieur comme n'importe quel autre poteau et non avec cette option étant donné qu'il ne s'agit pas du cas d'un poteau démarant sur un autre.

Spécificités de l'option

Le coefficient d'encastrement de l'extrémité supérieure du poteau sur lequel naît le nouveau poteau n'est pas affecté par la valeur de l'option **Coefficient d'encastrement au dernier niveau (Ouvrage > Données générales > bouton Par position > bouton Options des poteaux)**. Tout

élément arrivant au poteau (poteau supérieur, poutre, plancher...) sera considéré comme encastré dans celui-ci par défaut, excepté à l'extrémité supérieure du poteau inférieur, où sera introduit un coefficient d'encastrement différent de l'unité (menu **Introduction > Poteaux, noyaux et amorces > Coeff. encastrement**). Il est également possible d'articuler une poutre qui arrive au poteau ou d'introduire un coefficient d'encastrement différent de l'unité à l'extrémité inférieure du poteau naissant.

La transmission des efforts du poteau supérieur au poteau inférieur est faite en prenant en compte l'excentricité existante. L'utilisateur doit évaluer la nécessité d'indiquer le détail constructif nécessaire pour assurer cette transmission des efforts.

Il n'est pas possible de modifier la liaison extérieure au nouveau poteau naissant sur un autre étant donné qu'il ne peut pas avoir de liaison externe.

4.1.2.3. Edition des poteaux

L'ensemble des options pouvant être modifiées dans le menu **Introduction > Poteaux, noyaux et amorces > Editer** sont également accessibles indépendamment dans les menus présents dans la fenêtre **Poteaux, noyaux et amorces**.

Par exemple le point fixe d'un poteau peut être modifié directement dans la boîte de dialogue **Editer poteau** ou en utilisant l'option **Modifier point fixe** présente dans la fenêtre **Poteaux, noyaux et amorces**. Cette option permet de changer le point fixe du poteau tout en maintenant la position d'introduction originale de ce dernier.

Lorsque vous sélectionnez cette option, vous faites apparaître un menu flottant, schéma sur lequel se sélectionne le point fixe. Vous devrez ensuite sélectionner tous les poteaux auxquels vous souhaitez assigner ce point fixe.

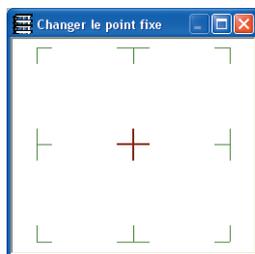


Fig. 4.8

D'autre part, le point fixe de tous les poteaux peut être visible pendant l'introduction des poutres et planchers en cochant la case **Point fixe** située dans l'option **Groupes > Références visibles** de l'onglet **Entrée des poutres**.

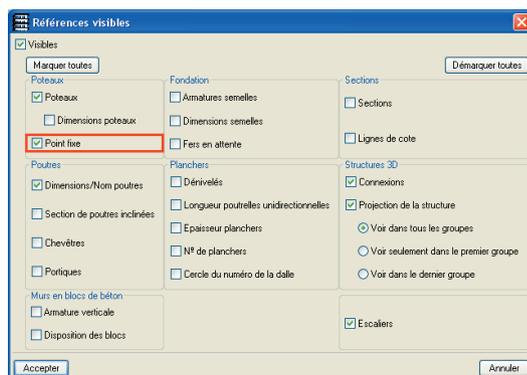


Fig. 4.9

4.1.2.4. Introduire nouveaux poteaux avec données d'autre poteau

Etant donné qu'il est courant que les poteaux d'un même ouvrage aient des propriétés égales, CYPECAD offre un outil permettant d'introduire un nouveau poteau à partir des données d'un autre déjà introduit.

Dans la fenêtre **Nouveau poteau (Introduction > Poteaux, noyaux et amorces > Nouveau poteau)**, vous trouverez le bouton **Copier de**. Lorsque vous cliquez dessus, la fenêtre **Nouveau poteau** se ferme et apparaissent à l'écran les poteaux déjà introduits. Une fois l'un d'entre eux sélectionné, la fenêtre **Nouveau poteau** s'ouvrira à nouveau avec toutes les données copiées du poteau choisi.

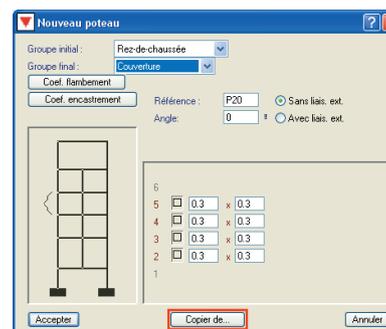


Fig. 4.10

Le programme maintient les données du dernier poteau introduit dans la fenêtre **Nouveau poteau** lors de l'introduction d'un nouveau poteau, ce qui permet une introduction plus rapide des poteaux semblables ou égaux.

Avec l'option **Copier** du menu **Introduction > Poteaux, noyaux et amorces** de l'onglet **Entrée des poteaux**, il est possible de copier, en plus des données pouvant être copiées avec l'option **Copier de** décrite précédemment, les charges horizontales et les charge en tête d'un poteau.

4.1.3. Noyaux

Lors de l'introduction d'un noyau, vous devrez définir sa géométrie, qui sera obligatoirement formée de rectangles. Vous devrez également indiquer un nom, le groupe initial et le groupe final puis, dans une seconde fenêtre, la liaison extérieure, l'angle et l'épaisseur des appuis.

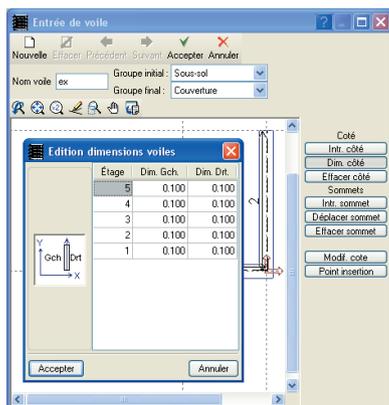


Fig. 4.11

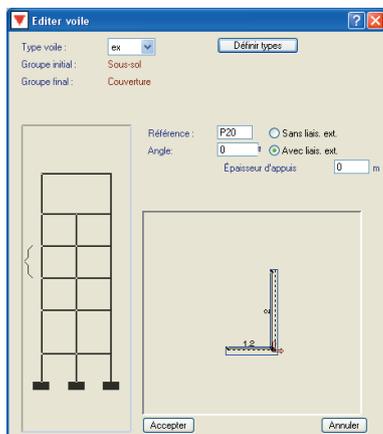


Fig. 4.12

Une fois les deux fenêtres acceptées, vous pourrez introduire le noyau à l'endroit désiré. Les types de noyaux créés sont enregistrés avec l'ouvrage et vous pouvez les introduire à tout moment et en autant d'exemplaires que vous le souhaitez.

4.1.4. Pourcentages géométriques minimaux dans les poteaux

Pour chaque norme, et en fonction de l'acier sélectionné, il existe des valeurs minimales de ratios géométriques pour poteaux. Ces valeurs sont normalement celles appliquées par le programme pour la vérification et le dimensionnement. Cependant, si d'autres valeurs sont exigées, vous pouvez les rentrer dans **Ouvrage > Données générales > Par position**  **Options des barres > Pourcentages géométriques minimaux** pour de actions statiques et dynamiques. Ces valeurs de l'utilisateur seront substituées à celles minimales de la norme.

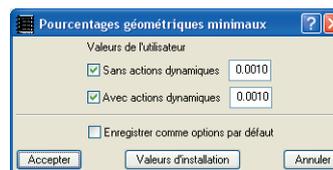


Fig. 4.13

4.2. Résultats des poteaux

4.2.1. Dimensionnement des poteaux

Une fois l'ouvrage calculé, les poteaux ne vérifiant pas toutes les conditions apparaissent en rouge à l'écran. Vous devez les vérifier en activant l'option **Poteaux > Editer** dans l'onglet **Résultats**.

Cette option sélectionnée, cliquez gauche avec la souris sur le poteau dont vous désirez consulter les erreurs et vous verrez apparaître la fenêtre **Dimensionnement des poteaux**.

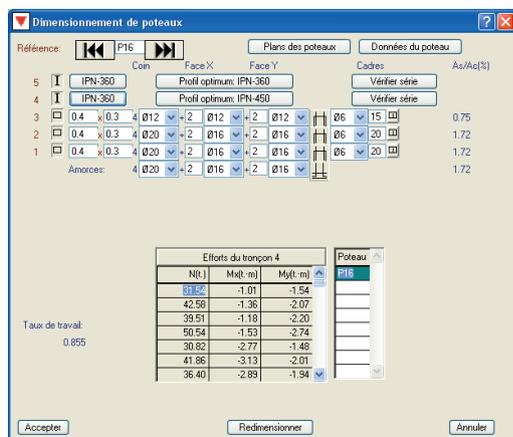


Fig. 4.14

4.2.1.1. Poteaux en béton

Lorsque certains poteaux présentent des problèmes de dimensionnement, le message suivant apparaîtra dans le rapport de calcul : « Les poteaux (...) présentent une erreur de dimensionnement. Vous devez les revoir en utilisant l'option **Poteaux > Editer** ». D'autre part, vous pourrez observer leur section en rouge dans le niveau dont il s'agit.

• Erreurs des poteaux

Dans la fenêtre **Dimensionnement des poteaux**, les tronçons de poteaux possédant des erreurs seront précédés d'un signe d'interdiction. Dans la colonne d'état de cette fenêtre, vous verrez apparaître un bouton avec les codes Pe, T, Cht ou Pv (dont les significations sont détaillées ci-après) suivant les erreurs. En le sélectionnant, vous verrez les détails de la vérification ainsi que des conseils de résolution des problèmes.

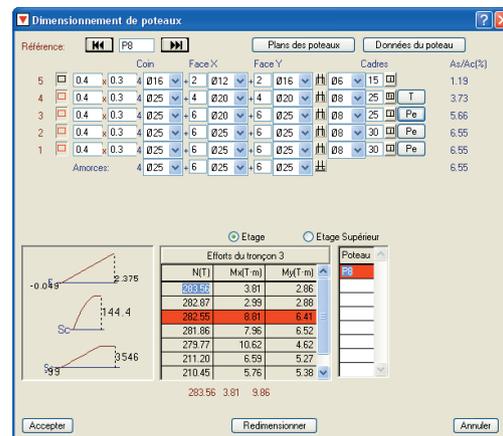


Fig. 4.15

Pe. Pourcentage excessif.

Le programme considère que le pourcentage mécanique entre le béton et l'acier dans les poteaux ne doit pas dépasser 100% et que le pourcentage géométrique ne doit pas dépasser 8%. Si ces valeurs sont dépassées, le message « Pe » est émis.

V. Effort tranchant.

Dans les poteaux en béton armé, et dans le cas où la norme sélectionnée l'oblige, il est vérifié que les efforts tranchants ne dépassent pas l'effort que produirait l'épuisement par compression oblique de l'âme. Dans le cas où une armature à l'effort tranchant (cadres) est nécessaire, il est vérifié que celle-ci vérifie les conditions de séparation des cadres dans les pièces avec efforts tranchants.

En cliquant sur ce code, vous ferez apparaître un rapport indiquant l'aire longitudinale de l'armature dans la direction X et Y, l'aire de l'armature de cadre, les efforts dans les deux directions ainsi que l'effort tranchant capable de résister dans chaque direction.

Dans la vérification, il est contrôlé que :

$$\left(\left(\frac{Q_{xsd}}{Q_{xrd}} \right)^2 + \left(\frac{Q_{ysd}}{Q_{yrd}} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \leq 1$$

Avec :

Q_{sd} = Effort tranchant de calcul auquel est soumise la section du poteau dans chaque direction

Q_{rd} = Effort tranchant résistant à la section du poteau dans chaque direction.

Cht. Cadre hors de la table.

Seul un cadre est placé. Revoyez la table d'armature des poteaux et la disposition des étriers en créant les types nécessaires pour l'armature et les dimensions des poteaux existants.

Pv. Pourcentage volumique d'étriers

Dans le cas d'un séisme avec ductilité très élevée, le pourcentage géométrique de confinement est limité. Ce pourcentage est le rapport entre le pourcentage mécanique de cadres/étriers/épingle et celui du béton, par mètre de longueur de poteau.

Feu. Résistance au feu.

Le logiciel vous avertit que la section ne résiste pas au feu pour les données spécifiées par l'utilisateur.

- **Relation As/Ac**

Dans la fenêtre **Dimensionnement des poteaux**, vous pouvez observer, sur la droite, la relation entre la section d'acier et la section de béton en %.

4.2.1.2. Poteaux métalliques

S'il y a des poteaux métalliques dans la structure, une fenêtre proposant la réalisation du dimensionnement apparaît. Si vous choisissez de cocher les cases correspondantes, vous devrez également indiquer la façon dont doit être réalisé le dimensionnement.

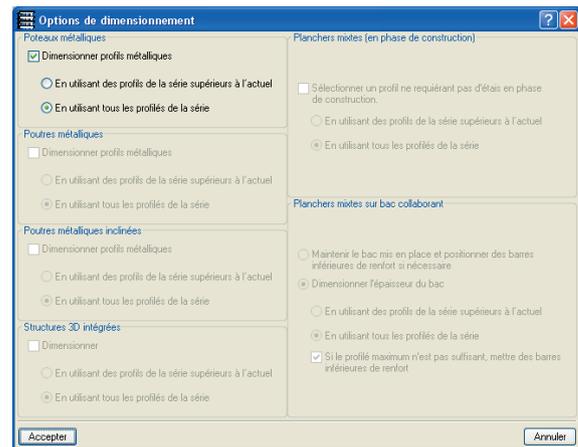


Fig. 4.16

Bien que le profil sélectionné par l'utilisateur soit celui utilisé pour l'obtention de la matrice de raideur de la structure, vous pouvez choisir si le dimensionnement doit être réalisé depuis le premier profil de la série ou depuis un profil sélectionné. Dans le premier cas, si un profil inférieur peut résister à toutes les sollicitations, il sera mis en place. Dans le second cas, CYPECAD dimensionnera seulement les profils supérieurs ou égaux à celui choisi.

Dans la fenêtre de dimensionnement des poteaux et dans le cas où ceux-ci sont métalliques, la nouvelle option **Vérier série** apparaît. Cette option permet de remplacer le poteau actuel par un autre et affiche une vérification immédiate du résultat du changement.

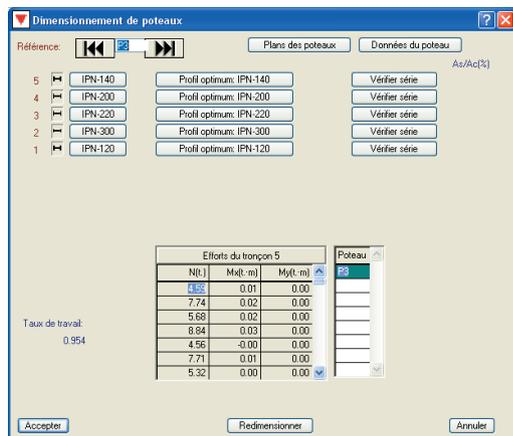


Fig. 4.17

Dans la fenêtre s'ouvrant, apparaît le poids linéaire, et dans la colonne **Texte de vérification** apparaît pour chaque profil le rapport (%) entre la contrainte de calcul (obtenue d'après le calcul) et celle de comparaison (limite élastique) et si le profil ne vérifie pas toutes les conditions, celles qui ne sont pas vérifiées sont spécifiées.

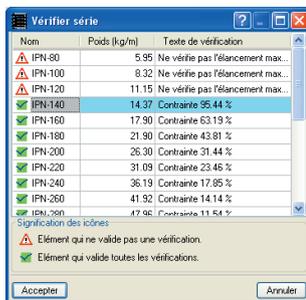


Fig. 4.18

Le bouton **Profil optimum** permet de restaurer le profil dimensionné au cas où l'utilisateur l'aurait changé.

4.2.1.3. Données des poteaux

En cliquant sur ce bouton (situé dans la fenêtre **Dimensionnement de poteaux**), vous obtenez : l'angle, la liaison, le dénivelé à l'amorce et épaisseur de la fondation.

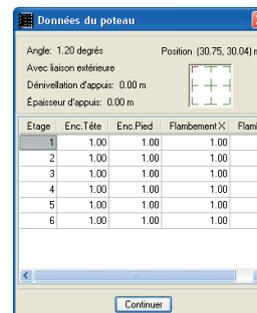


Fig. 4.19

4.2.1.4. Plans des poteaux

Ce bouton permet d'obtenir un plan des poteaux du ou des niveaux sélectionnés. Dans le cas où il existe un poteau non dimensionné (armé manuellement), celui-ci apparaît en rouge.



Fig. 4.20

Le poteau sélectionné dans la fenêtre **Dimensionnement des poteaux** est marqué d'un cercle jaune. Si vous cliquez sur un autre poteau, le cercle jaune se déplace autour du nouveau poteau sélectionné et, si vous sortez de la fenêtre

Plan des poteaux et revenez à **Dimensionnement de poteaux**, ce sont les données du poteau choisi qui apparaîtront automatiquement.

4.2.2. Bloquer armatures de poteaux

L'option **Bloquer armatures de poteaux** permet de recalculer la structure en conservant l'armature des poteaux sélectionnés. Cet outil se trouve dans le menu Poteaux de l'onglet résultats.

4.2.2.1. Considérations à prendre en compte avec l'utilisation de cette option

L'option **Bloquer armatures de poteaux** a été conçue afin de ne pas perdre les modifications manuelles des armatures de poteaux lors d'un nouveau calcul de l'ouvrage.

Une fois l'ouvrage recalculé, le programme effectue dans tous les poteaux de l'ouvrage, y compris les poteaux bloqués, toutes les vérifications de la norme sélectionnée et avise de ceux qui ne sont pas satisfaisants en les affichant en rouge.

Le fait qu'il apparaisse des erreurs significatives dans un poteau bloqué après un nouveau calcul de l'ouvrage implique que les changements effectués dans l'ouvrage après le blocage des armatures affectent substantiellement le poteau. Il est donc conseillé de le réarmer.

Pour réarmer un poteau, vous avez le choix entre deux options : le débloquent puis le réarmer (onglet **Entrée des poutres**, menu **Calculer > Réarmer poteaux**) ou le maintenir bloqué et utiliser l'option **Redimensionner** de l'onglet **Résultats**, menu **Poteaux > Editer**.

Lorsque des modifications impliquant une augmentation ou une diminution du nombre de niveaux d'un poteau bloqué sont réalisées, le programme débloquent automatiquement ce dernier.

A la différence de ce qui se passe avec les portiques bloqués, le programme réalise toutes les vérifications de la norme dans les poteaux bloqués. Les changements dans la structure postérieurs au blocage des armatures des poteaux ne sont donc pas tant conflictuels.

Le blocage des poteaux est un outil très utile pour diverses situations du projet, comme peut l'être l'étude de la variation des armatures des poteaux en fonction des différents coefficients d'encastrement ; différents modules de Ballast, dans les ouvrages avec radier ; etc.

Cette option s'applique seulement aux poteaux en béton armé, étant donné que pour les poteaux métalliques, il est possible de conserver le profil d'un poteau après avoir recalculé l'ouvrage si l'option **Dimensionner profils métalliques** de la boîte de dialogue qui apparaît lors de l'exécution du calcul de l'ouvrage n'est pas activée.

4.2.2.2. Fonctionnement de l'option

Une fois l'option **Bloquer armatures** du menu **Poteaux** sélectionnée, la fenêtre **Bloquer armatures** apparaît.



Fig. 4.21

Dans cette fenêtre, il est possible de sélectionner un à un les poteaux désirés avec le bouton gauche de la souris. Il est également possible d'utiliser une fenêtre de capture pour sélectionner plusieurs poteaux à la fois. Dans la partie supérieure gauche, il y a deux boutons qui peuvent être utilisés pour bloquer et débloquer l'armature de tous les poteaux. Dans la partie inférieure de la fenêtre, il apparaît des instructions indiquant comment sélectionner ou désélectionner les poteaux.

Les poteaux sélectionnés se colorent en vert. S'il y a des poteaux métalliques, ceux-ci apparaissent en gris et ne peuvent pas être sélectionnés.

Vous devez accepter la boîte de dialogue pour rendre la sélection effective.

4.2.3. Diagrammes des efforts

Dans le menu **Courbes enveloppes** de l'onglet **Résultats**, se trouve l'option **Efforts dans poteaux et noyaux**. Ces options permettent de consulter les enveloppes des efforts (Moments, Efforts Tranchants et Torseurs), les efforts par hypothèses simples et par combinaisons.

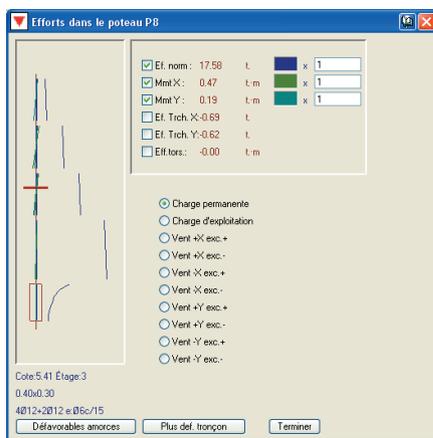


Fig. 4.22

4.3. Plans et Récapitulatifs

4.3.1. Options des plans

4.3.1.1. Visualisation du point fixe dans les plans

Dans la configuration des **Plans de coffrage**, est incluse la possibilité d'activer le point fixe et les dimensions du poteau dans l'onglet **Poteaux**.

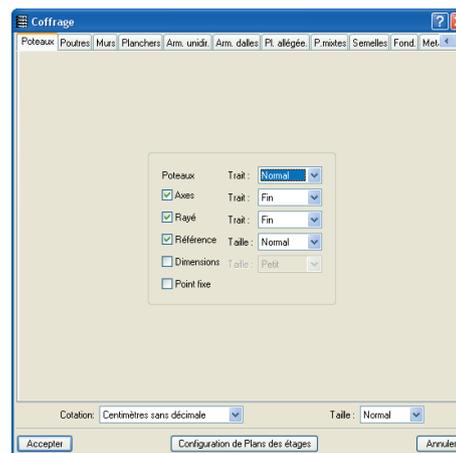


Fig. 4.23

4.3.1.2. Détails des cadres des poteaux

Pour prendre en compte dans les plans les considérations indiquées pour les cadres des poteaux (menu **Ouvrage** > **Données Générales** > bouton **Par Position** > **Dans poteaux, noyaux, murs et consoles courtes** > **Options pour cadres**), vous trouverez une option permettant de dessiner, dans les plans des cadres des poteaux, un détail reflétant ces conditions, et ainsi d'éviter les erreurs dans l'exécution des poteaux.

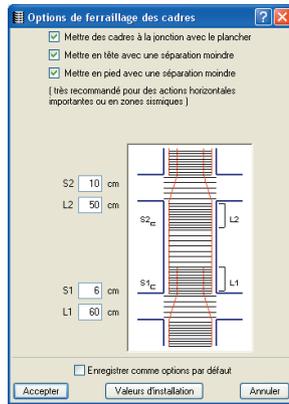


Fig. 4.24

Cette option peut être activée dans le dialogue **Edition du plan** (menu **Fichier > Imprimer > Plans de l'ouvrage > Créer**  ou **Editer**  un cadre de poteaux).

4.3.2. Options des récapitulatifs

Dans la liste **Efforts et armatures des poteaux, noyaux et murs** se trouve l'option **Vérification des cadres et des efforts tranchants défavorables dans les poteaux en béton** dans laquelle apparaît pour chacun des poteaux de l'ouvrage l'état d'accomplissement à l'effort tranchant.

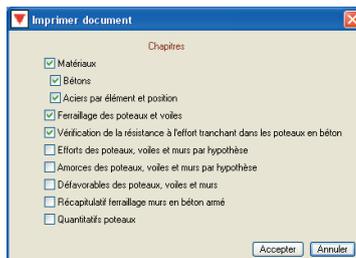


Fig. 4.25

5. Murs

5.1. Gestion d'introduction des murs

Pour introduire un mur, vous devez sélectionner l'option **Poutres/Mur > Entrer mur** de l'onglet **Entrée des poutres**. Une fenêtre flottante apparaîtra, dans laquelle vous pourrez choisir un mur en béton armé, un mur NORMABLOC, un mur à coffrer ou un mur en maçonnerie.



Fig. 5.1

5.1.1. Menu flottant

En sélectionnant l'option **Poutres/Murs** de l'onglet **Introduction des Poutres**, apparaît un menu flottant dans lequel vous trouverez les options permettant d'introduire les murs en béton armé génériques, les murs en blocs, et les murs de maçonnerie.

Pour tous les types de murs (béton armé, maçonnerie en blocs ou maçonnerie en briques), apparaît une fenêtre permettant de définir géométriquement le mur, d'indiquer l'existence ou non de poussées ainsi que le type de fondation.

Lorsque vous introduisez des murs en blocs de béton dans CYPECAD, vous pouvez utiliser des blocs génériques ou des blocs NORMABLOC. Le dialogue visible à l'écran possède des options communes aux deux types de mur et une option exclusive pour les murs en bloc NORMABLOC.

5.1.2. Types de murs

5.1.2.1. Murs en béton armé

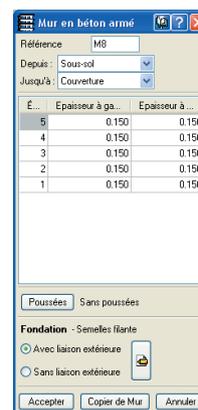


Fig. 5.2

5.1.2.2. Murs en blocs génériques



La fenêtre de dialogue des murs en blocs de béton possède un champ où peut être sélectionné le type de blocs qui formera le mur.

Vous pouvez choisir un bloc de la bibliothèque basique fournie par le programme ou introduire des types de blocs différents dans la bibliothèque. Ces opérations sont réalisables grâce aux boutons de sélection et aux outils présents avec le champ **'Bloc'**.

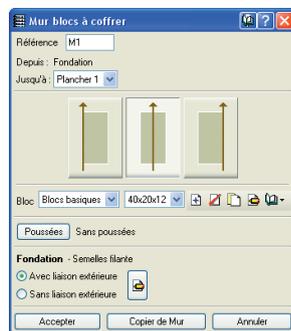


Fig. 5.3

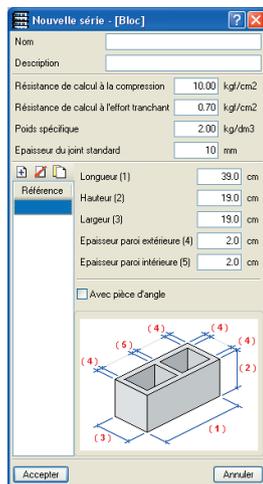


Fig. 5.4

Dans les murs en blocs génériques, vous pouvez activer la case **Avec pièce d'angle**. Les pièces d'angle ont lieu d'être lorsque les dimensions du bloc sont telles que la moitié de la longueur du bloc est différente de la largeur du bloc. Dans ces cas, les pièces spéciales d'angle facilitent la construction rapide du mur.

5.1.2.3. Murs en blocs NORMABLOC



Les murs en blocs préfabriqués de béton sont une solution traditionnelle permettant de combiner la fonction résistante ou portante face aux charges verticales et horizontales, conjointement à la fonction de cloisonnement ou division.

Il est possible de dimensionner et de vérifier des blocs de béton existants (y compris de fabricants comme dans le cas du groupe espagnol NORMABLOC Association Nationale des Fabricants de Blocs et Maçonnerie de Béton), de placer ou non une armature verticale et une armature horizontale, tout cela en respectant les critères imposés par

l'Eurocode 6 (Calcul des ouvrages en maçonnerie. Partie 1-1. Règles générales – Règles pour maçonnerie armée et non armée). Obtention des récapitulatifs de calcul, des mesures et des plans du niveau ainsi que du tracé en plan des blocs et de leur armature.

Pour les murs en blocs NORMABLOC, vous devez simplement sélectionner, via l'option **'Bloc'** du dialogue, le fabricant et le type de bloc dont ce dernier dispose.



Fig. 5.5



Fig. 5.6

Dans les murs en blocs NORMABLOC, l'option **Avec pièce en coin** n'existe pas telle quelle, mais le programme sait déjà si le fabricant et modèle de bloc sélectionné dispose de ces pièces spéciales et le prendra ainsi en compte dans la mesure.

5.1.2.4. Murs en maçonnerie



Cette option est celle permettant l'introduction de murs génériques.

Dans la fenêtre **Données générales** du menu **Ouvrage** et en sélectionnant le bouton représentant un mur , vous pourrez définir le module d'élasticité, la contrainte de calcul en compression, la contrainte de calcul en traction, et considérer la Raideur à l'effort tranchant, qui nécessite dans la pratique des murs en maçonnerie résistants à l'effort tranchant horizontal (produit par des actions horizontales) et à la traction (par dépendance avec des planchers supérieurs dans le cas de murs descendus en planchers).

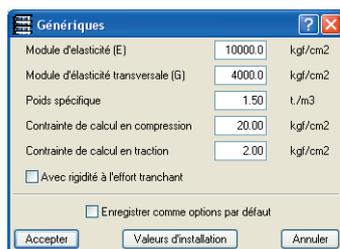


Fig. 5.7

5.1.3. Ouvertures dans les murs

5.1.3.1. Généralités

En sélectionnant l'option **Poutres/Murs > Ouvertures dans murs** de l'onglet **Entrée des poutres**, vous verrez apparaître le menu flottant permettant l'introduction de fenêtres et de portes dans les murs en béton armé, génériques en maçonnerie et en maçonnerie en blocs de béton.



Fig. 5.8

Pour introduire les ouvertures à leur emplacement correct, vous devez vous placer dans le niveau inférieur des deux niveaux entre lesquels vous souhaitez introduire l'ouverture. Par exemple, si vous désirez introduire une porte ou une fenêtre dans un mur entre les niveaux 1 et 2, vous devez vous placer dans le niveau 1.

Lorsqu'il y a des murs en blocs de béton dans un ouvrage, et que vous utilisez l'option **Ouvertures dans murs**, vous pouvez ajuster l'ouverture dans la distribution des blocs du mur. De cette façon, bien que le mur soit interrompu par une ouverture, les blocs le formant pourront être des pièces entières ou des demies pièces.

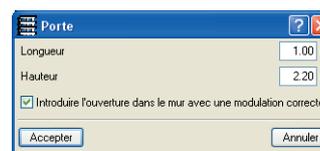


Fig. 5.9

La comptabilisation des demies pièces provenant des portes et des fenêtres et la possibilité de définir les pièces spéciales d'angle rendent exacte la mesure des blocs du mur.

Pour mieux comprendre leur fonctionnement, lisez avec attention les aides génériques et particulières des boîtes de dialogue apparaissant durant l'introduction des ouvertures.

Lorsque des ouvertures sont introduites dans des murs en sous-sol et dans des murs de maçonnerie générique, le programme n'avertit pas des contraintes excessives dans la zone du linteau. En revanche, dans les murs en blocs de béton, cette vérification est réalisée et le linteau est armé.

5.1.3.2. Renforts d'ouvertures

En cliquant sur l'option **Ouvertures dans murs** du menu **Poutres/Murs** de l'onglet **Résultats**, vous ouvrirez un menu flottant contenant les options suivantes :



Fig. 5.10

Editer. Editer le renfort de n'importe quel type d'ouverture de porte ou de fenêtre. Lorsque vous approchez le curseur d'une ouverture, celle-ci se dessine en jaune et s'édite en cliquant dessus.

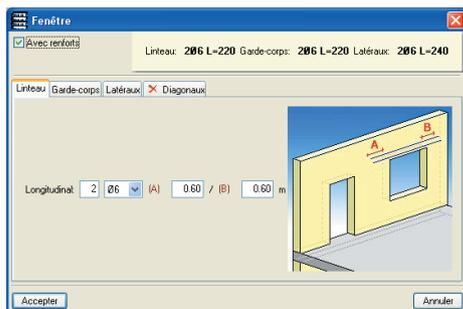


Fig. 5.11

Assigner renfort de porte. En cliquant sur cette option, vous ferez apparaître le dialogue **Editer renfort de porte** pour définir un renfort. Dans celui-ci, vous trouverez le bouton **Sélectionner**, qui permet de choisir le renfort d'une ouverture de porte déterminée, et le bouton **Assigner**, qui permet de marquer toutes les ouvertures de portes qui disposeront de l'armature.



Fig. 5.12

Assigner renfort de fenêtre. Fonctionne de la même façon que l'option précédente mais dans celle-ci, seules les fenêtres sont sélectionnées.



Fig. 5.13

Assigner renfort au linteau de mur en blocs. Fonctionne de la même façon que les précédentes, mais il est uniquement possible d'assigner des renforts aux linteaux de murs en blocs.

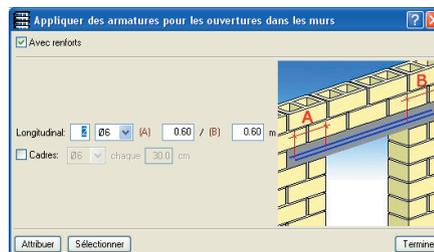


Fig. 5.14

Vérification des renforts au niveau des ouvertures des murs. Activez cette option et sélectionnez l'ouverture du mur dont vous désirez vérifier les renforts. Le rapport de vérification des efforts apparaîtra.

Vérification	Valeurs	État
Section minimale d'armature:	Calculé: 4.02 cm ²	
-Linteau:	Minimum: 0.04 cm ²	Vérifiée
-Garde-corps:	Minimum: 0.01 cm ²	Vérifiée
-Latéraux:	Minimum: 0 cm ²	Vérifiée
Longueur d'ancrage: <i>Eurocode 2, Article 5.2.2 (pag.150).</i>	Minimum: 70 cm	
-Linteau (Origine):	Calculé: 70 cm	Vérifiée
-Linteau (Extrémité):	Calculé: 70 cm	Vérifiée
-Garde-corps (Origine):	Calculé: 70 cm	Vérifiée
-Garde-corps (Extrémité):	Calculé: 70 cm	Vérifiée
-Latéraux (Origine):	Calculé: 70 cm	Vérifiée
-Latéraux (Extrémité):	Calculé: 70 cm	Vérifiée

Toutes les conditions sont vérifiées

Fig. 5.15

5.1.3.3. Dimensionnement des renforts d'ouvertures

Durant le processus d'armature des murs en béton, les renforts des vides (portes et fenêtres) contenus dans le mur sont dimensionnés. Ces renforts reprennent les efforts latéraux et des linteaux des portes et des fenêtres et au niveau du garde-corps des fenêtres.

Dans le cas où le mur est soumis à l'action sismique et que son accélération de calcul est supérieure à 0,16g, on dispose des renforts inclinés dans le linteau et le garde-fou.

Toujours dans le même cas, si la relation

$$\frac{\text{Portée libre de l'ouverture}}{\text{Épaisseur du linteau}}$$

est inférieure à 1,5 et que la contrainte de la bielle est supérieure à la résistance de traction du béton en compression, les poutres contenant des cadres constitueront le renfort incliné.

5.1.4. Prolonger murs

Cette option, qui se trouve en cliquant sur l'option **Poutres/Murs > Prolonger murs** de l'onglet **Entrée des poutres**, fonctionne de la même façon que l'option permettant de prolonger les poutres. Le mur se prolonge dans tous les groupes de niveau où celui-ci est défini.

5.1.5. Attribuer murs

Cette option se trouve dans le menu **Poutres/Murs** de l'onglet **Entrée des poutres**. Elle permet de sélectionner un mur et d'assigner ses caractéristiques à un autre mur sélectionné individuellement ou à une série de murs sélectionnés avec une fenêtre de capture.

Lors de l'exécution de cette option, vous devez choisir dans le menu flottant un type de mur. Apparaîtra ensuite une boîte de dialogue présentant les caractéristiques du type de mur sélectionné.

Dans cette fenêtre, vous pourrez modifier les caractéristiques désirées ou les copier d'un autre mur déjà introduit avec le bouton **Sélectionner**. Avec ce bouton, il est possible de sélectionner des murs d'un type différent à celui qui a été choisi dans le menu flottant. Avec le bouton **Assigner**, vous pourrez transférer à un autre mur déjà existant les données apparaissant dans la fenêtre précédente. L'assignation du mur où vont être copiées les données, peut être individuelle ou multiple, avec une fenêtre de capture.

5.1.6. Editer murs

Les poutres incorporées aux murs et les poutres de tête sont visibles en plan de façon superposée avec le mur. L'option **Editer** du menu **Poutres/murs** est utile pour éditer les données introduites d'une poutre ou d'un mur.

5.1.7. Options de dimensionnement

Les options pour l'armature des murs de maçonnerie en blocs se trouvent dans la fenêtre **Données générales** du menu **Ouvrage** en sélectionnant le bouton représentant un mur .



Fig. 5.16

Ces options permettent de définir :

- Le type d'acier pour l'armature horizontale des murs en blocs.
- Caractéristiques résistantes du mortier et des blocs employés dans les murs avec blocs NORMABLOC.
- Options de dimensionnement de l'armature pour les murs de blocs en béton :
 - a. Disposition d'armature ou non.
 - b. Mise en place d'une armature dans tous les cas ou seulement lorsque c'est nécessaire.
 - c. Armature horizontale seule ou armature horizontale et armature verticale.
 - d. Typologie de l'armature horizontale (cordon ou chaînage).

5.1.8. Déconnexion des poteaux des murs en maçonnerie et en blocs de béton

Les poteaux en contact avec des murs en maçonnerie ou des murs de blocs se séparent du mur au niveau de la ligne comprise entre les planchers.

Cela permet d'obtenir pour les poteaux intégrés dans ces murs une transmission des efforts plus proche de la réalité.

Pour chaque poteau entrant en contact avec une semelle filante, il est possible de calculer une semelle individuelle pour ce poteau.

Les efforts à partir desquels est calculée cette semelle individuelle sont ceux arrivant à la fondation à travers du poteau et des parties du mur reposant sur la semelle.

5.2. Plans et Récapitulatifs

5.2.1. Récapitulatifs des murs en blocs

Les mesures des blocs détaillent le nombre de pièces entières et le nombre de pièces spéciales telles que les demi-blocs ou les pièces d'angle.

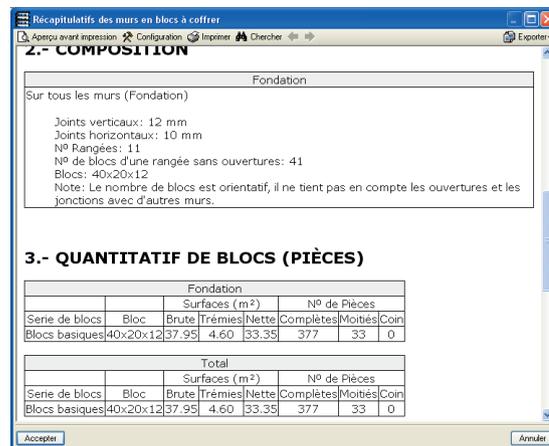


Fig. 5.17

6. Poutres

6.1. Gestion d'introduction des poutres

L'introduction du contour d'un niveau peut être très rapide en utilisant un DXF ou DWG et en combinant les différents outils de gestion d'introduction des poutres.

Ce qui est indiqué ici sur l'introduction des poutres est également disponible dans les aides génériques et dans les aides particulières des options des fenêtres apparaissant durant l'introduction.

6.1.1. Menu d'introduction des poutres

En sélectionnant **Entrer poutre** du menu **Poutres/Murs** de l'onglet **Entrée des poutres** et en acceptant le dialogue relatif à la sélection du type de poutre, apparaît un menu flottant contenant les options suivantes :



Fig. 6.1

Sélection de la poutre actuelle

La première des icônes de ce dialogue permet de visualiser de nouveau la fenêtre de sélection des poutres pour changer le type de poutre à introduire.

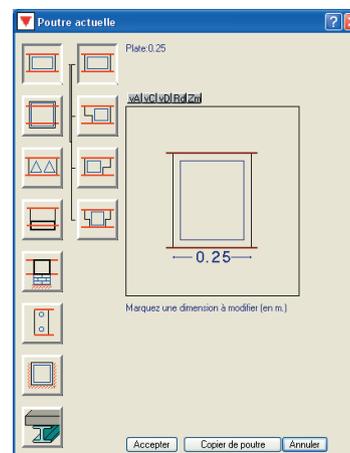


Fig. 6.2

Les autres icônes représentent les outils qui favoriseront l'introduction des poutres. Tous se trouvent dans cette petite fenêtre flottante et beaucoup d'entre eux disposent de touches d'accès rapide afin d'éviter d'avoir à déplacer la souris pour utiliser ces outils durant l'introduction de poutres.

Poutres continues et discontinues

Cette option permet l'introduction de poutres de façon simple ou continue.



Fig. 6.3

- **Mode continu.**

Le point final d'une poutre est le point initial de la suivante. Pour terminer l'introduction de la série de poutres, cliquez sur le bouton droit de la souris et, dans le menu apparaissant, sélectionnez l'option **Terminer introduction**. Tant que vous n'avez pas sélectionné cette option, l'introduction ne sera pas effective.

Il existe plus d'options dans le menu qui apparaît après avoir cliqué droit durant l'introduction des poutres en mode continu. Quelques-unes de ces options sont accessibles avec une touche rapide :

- Terminer introduction : Ctrl + T
- Effacer le dernier point marqué : Ctrl + B

- **Mode simple.**

Lorsque le point final d'une poutre est marqué, il n'en commence pas d'autre. Si vous désirez introduire une autre poutre, vous devrez marquer son point initial, coïncidant ou non avec le point final de la poutre introduite précédemment.

Ajustement des poutres au centre ou aux faces

Cette option permet d'ajuster la poutre à une face ou à l'axe de la poutre durant son introduction, c'est-à-dire qu'elle permet de définir la ligne d'ajustement de la poutre.



Fig. 6.4

Pour bien comprendre cette définition, il faut expliquer deux concepts utilisés dans le programme :

- Ligne d'ajustement à une poutre. Elle coïncide avec l'axe de la poutre ou avec une de ses faces. C'est la ligne de référence à partir de laquelle se mesure la distance jusqu'à la ligne d'introduction. Cette distance est indiquée dans l'option **Déplacement**.

- Ligne d'introduction d'une poutre. C'est la ligne qui se marque avec le pointeur de la souris durant l'introduction d'une poutre. Les options **Ajuster** et **Déplacement** font varier la position de la poutre par rapport à la ligne d'introduction.

Le changement de ligne d'ajustement peut également se faire avec une touche de raccourci. Ainsi si vous désirez changer l'ajustement durant l'introduction d'une poutre, vous n'aurez pas besoin de déplacer la souris au menu d'introduction des poutres. Avec la combinaison de touches Ctrl + E, le type d'ajustement se change cycliquement.

Déplacements des poutres durant l'introduction

Cette option établit la distance entre la ligne d'introduction et la ligne d'ajustement définies dans le paragraphe précédent.

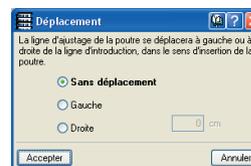


Fig. 6.5

L'utilité de l'option réside dans la circonstance suivante : le bord de la poutre qui délimite le plancher est en général retranché de quelques centimètres par rapport à l'enduit ou autre revêtement de la façade. Souvent, sur les fichiers de dessin DXF ou DWG utilisés pour la capture de la structure, la ligne tracée est celle de la façade, et non celle délimitant le bord structural du plancher. Cette option permet de mettre rapidement la poutre en position d'exécution sans avoir à déplacer chaque tronçon de poutre qui délimite le plancher. Dans tous les cas, la ligne d'introduction ne coïncidera pas avec la ligne d'ajustage et restera de plus en dehors de la largeur de la poutre.

Poutres droites et courbes

Le dessin en forme de poutre du dernier bouton, vous indiquera la forme de la poutre à introduire (droite ou courbe). Lorsque vous cliquez sur ce bouton, les quatre options expliquées par la suite apparaissent (sauf si l'introduction de poutres simples est activée, auquel cas, vous ne verrez que les deux premières).



Fig. 6.6

- Poutres droites. Vous devez marquer le point initial et final de la poutre avec le bouton gauche de la souris.
- Poutres courbes. A l'aide du bouton gauche de la souris, vous devez marquer trois points qui définiront le point initial, le point de pas et le point final de la courbe. Avec la combinaison de touche Ctrl + A, l'introduction passe de poutres courbes à poutres droites et inversement. Ce que le programme dessine réellement, de façon automatique, est une série de poutres droites formant une polygonale qui s'ajuste au contour de la circonférence définie par les trois points que vous avez marqués. En ce qui concerne la ligne d'introduction et la ligne d'ajustage, cela fonctionne de la même façon que pour les poutres droites, excepté que dans ce cas, elles peuvent être considérées comme lignes courbes.
- Introduction alternative de poutres droites et courbes. Lorsque l'introduction de poutres continues est activée, vous avez la possibilité de placer une poutre continue là où des tronçons droits et courbes sont alternés. Deux options apparaissent dans le menu : une qui commence l'alternance avec un tronçon droit et une qui commence avec un tronçon courbe. L'alternance peut également être changée avec la touche rapide Ctrl + A.

6.1.2. Types de poutres

Lors de l'introduction d'une nouvelle poutre, la fenêtre **Poutre actuelle** s'ouvrira et vous devrez choisir le type et les caractéristiques suivant le type (dimensions, profils, connecteurs, etc.). Les types de poutre pouvant être sélectionnés dans CYPECAD sont ceux indiqués ci-après.

Poutres plates

Les poutres plates ont une épaisseur égale à la différence de cote entre le point le plus haut et le point le plus bas des planchers qui les délimitent.

Poutres en retombée

Les poutres en retombée peuvent être rectangulaires, en T et avec tête collaborante. Dans ce cas, on prend en compte les ailes dans le calcul de la raideur mais seulement l'âme pour celui de l'armature. Elles sont généralement utilisées pour simuler les poutres en retombée en contact avec des planchers-dalles.

Poutres en treillis et précontraintes

Les caractéristiques des poutres treillis et précontraintes se définissent en cliquant sur le bouton qui apparaît en haut à droite de la fenêtre lorsqu'elles sont sélectionnées.

Poutres avec liaison extérieure

Les poutres de type liaison extérieure servent par exemple à simuler la tête d'un mur. Si les murs coïncident avec des poteaux, vous devez les déconnecter de ceux-ci avec l'option **Poutres/Murs > Articuler/Déconnecter** pour que le moment vertical des poteaux ne se trouve pas empêché par les murs. La déconnexion du mur avec le poteau est uniquement effective dans les planchers unidirectionnels, car dans le cas de planchers réticulés ou de planchers-dalles une partie de la charge des niveaux sur les poteaux bifurque sur la simulation de mur et ne fait pas descendre

toute la charge par le poteau. Si vous vous trouvez confronté à ce problème, il est conseillé d'éliminer l'appui sur le mur et d'introduire un mur avec l'option **Poutres/Murs > Entrer Mur**.

Il n'est pas possible d'indiquer dans le programme la poutre supérieure du mur. De ce fait, l'utilisateur doit mettre un détail constructif avec les dimensions de l'armature minimale de cette poutre. Consultez la bibliothèque de détails constructifs fournie avec le programme.

Chainages non structurels

Cette option s'utilise pour définir le contour extérieur d'un plancher lorsque l'influence de la poutre de bord est négligeable ou non prise en compte. Sa seule fonction est de délimiter le bord du plancher. Si une telle poutre est utilisée dans l'ouvrage, un détail générique de poutre de bord devra être joint dans les plans.

Longrines

Les longrines peuvent être rectangulaires, en L ou en T ou être des poutres plates de fondation (celles-ci sont utilisées pour fermer des planchers ou des radiers).

Poutres métalliques et mixtes.

- **Poutres métalliques.** Les poutres métalliques peuvent être des profils composés, en caisson ou avec séparation et unis, etc. Elles possèdent les mêmes dispositions que les poteaux métalliques.

Les poutres Boyd métalliques non mixtes peuvent être calculées et vérifiées. Dans le menu déroulant **Disposition** du dialogue **Description**, vous pouvez sélectionner Boyd (aile allégée). En le faisant, vous ouvrirez un dialogue pour modifier les attributs de celles-ci et permettant de sélectionner le type d'alvéole (hexagonale, octogonale ou circulaire), les relations dimensionnelles et le nombre d'alvéoles pleines aux extrémités de la poutre.

- **Poutres mixtes.** Il est possible d'introduire des profils en acier (de type 'I') sous la dalle de plancher avec la tête supérieure du béton collaborant via l'utilisation de connecteurs.

Les connecteurs sont configurables relativement à la géométrie.

Aux extrémités unies à des supports de poutres mixtes, un coefficient d'encastrement partiel de 0,05 est appliqué (de la même manière qu'aux poteaux en tête du dernier niveau) dans le but de réduire le moment négatif en appui en augmentant le positif.

Le dimensionnement des poutres mixtes se fait de manière à ce que, dans la zone des moments négatifs, le profil métallique résiste à tous les efforts, alors que dans la zone des positifs, c'est la section mixte qui résiste.

Relativement au calcul à la flexion, il n'est pas nécessaire d'indiquer la largeur de tête collaborante, étant donné que le programme la calcule comme le minimum entre la largeur efficace et la largeur de l'aile plus 10 cm de chaque côté si ce n'est pas le bord, si ça l'est, le programme calcule la largeur de l'aile plus 10 cm.

Pour la vérification des sections positives, la largeur efficace est différente de celle considérée pour le calcul à la flexion. Ainsi, dans l'éditeur d'armatures de poutres, la largeur apparaissant est la largeur efficace dans la zone de moments négatifs pour si vous ajoutez une armature aux appuis, qui n'est par défaut pas dimensionnée par le programme dans la présente version.

6.1.3. Captures de DXF ou DWG durant l'introduction des poutres

Il est possible d'ajuster la poutre avec n'importe laquelle des captures de DXF ou DWG disponibles (plus proche, intersection, extrémité, point milieu, etc.). L'ajustage se réa-

lise durant l'introduction des points composant la poutre simple ou continue et c'est pourquoi il n'est pas nécessaire d'utiliser une seconde option (Ajuster) pour placer la poutre à son emplacement définitif.

6.1.4. Polypoutres

Vous trouverez cette option dans le menu **Poutres/Murs** de l'onglet **Entrée de poutres**.

Pour CYPECAD, une polypoutre est un ensemble de poutres consécutives groupées de façon à ce que n'importe quel changement géométrique sur l'une d'elles affecte toutes celles du groupe. De la même manière, l'élimination d'une poutre de l'ensemble engendre la suppression des autres. Cependant, l'armature de chaque poutre peut être différente.

L'existence de cette option est liée à celle d'introduction de poutres courbes. En effet une poutre courbe se compose de plusieurs poutres droites qui changent de direction. Si vous désirez changer les caractéristiques d'une poutre courbe, vous devrez modifier séparément chacune des poutres droites qui la composent ou les sélectionner et les modifier. Pour simplifier le problème, le mieux est donc de grouper les poutres droites en composant une polypoutre.

Bien qu'il ne soit pas toujours utile, le groupement en **Polypoutre** l'est dans la majorité des cas. C'est pourquoi l'option **Polypoutre** se décompose en d'autres options permettant de varier ces groupes indépendamment du fait que la poutre soit courbe ou droite.

Les poutres de la polygonale constituant une poutre courbe restent par défaut groupées en une **Polypoutre**. Avec l'option **Polypoutres** du menu **Poutres/Murs**, vous pourrez défaire ou modifier tout groupement. Les poutres de la polygonale formant une poutre courbe sont par défaut groupées suivant un **Tronçon d'armature prédéfini**.

Cette option, présente dans le menu **Poutres/Murs**, permet également de défaire le groupement.

6.1.5. Tronçons d'armatures prédéfinis

Un tronçon d'armatures prédéfini se compose d'un ensemble de poutres consécutives dans lesquelles on considère que l'armature inférieure ne se superpose avec aucun point intermédiaire du groupe. Cela sera ainsi chaque fois que la longueur de la barre d'acier calculée n'excède pas la longueur maximale de barre établie dans les options du programme.

La raison de l'existence de tronçons d'armatures prédéfinis est la même que celle évoquée précédemment pour l'existence des **Polypoutres**. Cela permet également aux armatures des poutres d'être plus constructives.

Bien que le groupement en tronçons d'armature prédéfinis soit utile dans la majorité des cas, il ne l'est pas toujours. C'est pourquoi l'option **Tronçons d'armatures prédéfinis** se décompose en plusieurs options permettant de varier ces groupements indépendamment du fait que la poutre soit courbe ou droite.

La composition et décomposition de polypoutres et de tronçons d'armature prédéfinis, qui implique la variation du nombre de poutres composant les alignements (portiques), est utile pour la vue des armatures calculées. Pour pouvoir obtenir les nouvelles armatures, il suffit de réarmer les portiques avec les modifications de l'option correspondante du menu **Calcul**.

6.1.6. Poutres inclinées

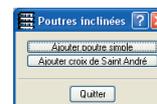


Fig. 6.7

Pour des poutres inclinées métalliques ou en béton, il est possible de générer une poutre pour chaque niveau entre les groupes de niveaux initial et final sélectionnés.

- **Simple.** Le programme génère une unique poutre inclinée entre le groupe de niveaux initial et final sélectionnés.
- **Multiple.** Une poutre inclinée est générée pour chaque niveau entre les groupes de niveaux initial et final sélectionnés.

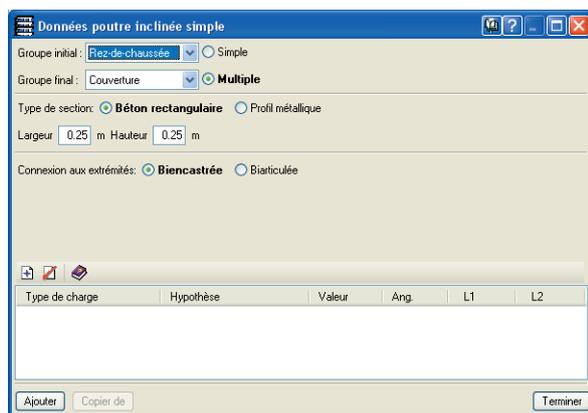


Fig. 6.8

6.1.6.1. Croix de Saint-André

Avec l'option **Poutres/Murs > Poutres inclinées > Ajouter croix de Saint-André**, vous pouvez introduire des croix de Saint-André et réaliser d'autres opérations avec celles-ci.



Fig. 6.9

La fenêtre contient les options suivantes :

- **Groupe initial et groupe final.** Groupes de niveaux où commence et se termine la diagonalisation. Ces groupes doivent être d'un seul niveau. Cependant la diagonalisation peut passer par des groupes intermédiaires de plusieurs niveaux.
 - **Simple.** Le programme génère une unique croix de Saint-André entre les groupes de niveaux initial et final sélectionnés.
 - **Multiple.** Une croix de Saint-André est générée à chaque niveau entre les groupes de niveaux initial et final sélectionnés.
 - **Type.** Si vous avez choisi d'ajouter une poutre simple, vous devez indiquer si elle est en béton ou métallique. Dans le premier cas, vous devez préciser la largeur et l'épaisseur, dans le second, vous devez choisir le type de profil dans la bibliothèque de profils. Vous devez de plus choisir une rotation du profil de 90° avec l'option Couché.
 - **Connexion aux extrémités.** Vous pouvez indiquer l'articulation ou l'encastrement aux extrémités des croix de Saint-André.
 - **Coefficients de flambement.** Que ce soit pour les poutres métalliques inclinées ou pour celles métalliques en croix de Saint-André, les coefficients de flambement sont demandés. On considère que les coefficients de flambement demandés multiplient la longueur entre les nœuds extrêmes de la poutre, y compris dans le cas de deux poutres inclinées introduites par l'utilisateur et se coupant en un point, étant donné que le programme ne génère pas cette intersection.
- Pour les croix de Saint-André, on considère que les coefficients de flambement demandés multiplient la longueur entre les nœuds extrêmes de la diagonale, c'est-à-dire que le nœud intermédiaire généré par le programme n'est pas pris en compte.

Les coefficients de flambement verticaux et transversaux sont établis respectivement à un plan vertical contenant la barre et l'axe Z de la structure, et dans le plan transversal à celui-ci et non selon les axes locaux de la barre.

- **Copier de.** Si vous désirez introduire une croix de Saint-André à partir des données d'une autre introduite précédemment à l'écran, cliquez sur cette option. Ensuite, cliquez sur la croix que vous désirez copier et la fenêtre contenant les données de la croix sélectionnée s'ouvrira de nouveau.
- **Ajouter.** Permet de placer une croix de Saint-André. Pour l'introduire, vous devez indiquer les deux points extrêmes des diagonales. Par exemple, cliquez sur un poteau d'où démarre une des diagonales puis sur le poteau opposé, où elle se termine. En réalisant cette opération, il ne se produit pas de saut automatique de groupe de niveaux mais l'actuel (qui est celui de départ) est maintenu. Bien que vous ayez l'impression de voir une poutre horizontale, il n'en est pas ainsi, celle-ci se différenciant par deux flèches indiquant chacune des diagonales.

Comme information additionnelle sur les croix de Saint-André, vous devez savoir qu'un nœud est généré à l'intersection des diagonales et qu'elles sont dimensionnées à la traction comme à la compression. Pour cette dernière raison, elles présentent généralement un problème d'élançement, étant donné que le programme vérifie que l'élançement de la barre ne dépasse pas l'élançement maximal (défini dans la norme) pour les éléments soumis à la compression.

Lorsqu'une croix de Saint-André a été introduite, de nouvelles options apparaissent dans la boîte de dialogue des **Poutres inclinées** :



Fig. 6.10

- **Effacer.** Permet d'effacer la croix de Saint-André sélectionnée. Si la génération était multiple, elle s'efface à tous les niveaux.
- **Information.** Vous pourrez connaître le type de croix de Saint-André, les groupes initial et final, la longueur réelle, le type de profil, les connexions et le flambement. Le résultat se dessine également sur les plans des poutres du groupe correspondant avec le groupe initial.
- **Editer.** Permet de modifier les données introduites d'une croix de Saint-André. Lors de l'édition d'une croix de Saint-André, même si son origine est une génération multiple, elle est uniquement éditée dans le niveau actuel.
- **Déplacer.** Permet de déplacer les extrémités d'une croix de Saint-André. En déplaçant une croix de Saint-André, même si son origine était de génération multiple, elle est seulement déplacée dans le niveau actuel.
- **Attribuer croix de Saint-André.** Cette option permet de copier les caractéristiques d'une croix de Saint-André à une ou plusieurs autres introduites précédemment. La fenêtre est similaire à celle de l'option **Ajouter croix de Saint-André**, mais comme il a été expliqué précédemment, sa fonction est de modifier les données des poutres déjà créées et non d'en introduire de nouvelles. En attribuant une croix de Saint-André, même si son origine est de génération multiple, elle sera seulement assignée dans le niveau actuel.

6.1.7. Poutre commune

6.1.7.1. Faire poutre commune

Cette option permet d'assigner à une poutre introduite précédemment dans un groupe de niveaux, la propriété d'exister dans un autre groupe. C'est par exemple le cas d'une poutre périphérique d'un plancher horizontal de laquelle part également un plancher incliné. La poutre appartenant aux deux est nommée **Poutre commune**. La poutre est uniquement introduite dans l'un des deux groupes. Sélectionnez cette option et cliquez sur une poutre : il vous sera demandé de sélectionner un groupe commun. Cela fait, la poutre sera automatiquement créée dans ce groupe. L'axe de ce type de poutre se dessine en ligne discontinue type point – trait. Pour défaire une poutre commune, vous devrez d'abord l'effacer du groupe de niveaux associé puis, si vous le souhaitez, du groupe où vous l'avez introduite.

Les armatures et enveloppes doivent être consultées dans le groupe où la poutre a été introduite.

Vous pouvez faire une poutre commune avec seulement la moitié de sa longueur, en sélectionnant une extrémité ou l'autre de la poutre. Chaque partie peut être commune à des groupes différents.

6.1.7.2. Défaire poutre commune

Option **Poutres/Murs > Poutre commune > Défaire poutre commune**. Permet de dédoubler une poutre associée à la poutre commune. Pour cela, vous devez réaliser cette opération sur la poutre associée.

6.1.8. Introduire contours extérieurs de poutres

L'option **Poutres/Murs > Entrer bord extérieur rectangulaire** permet d'introduire un périmètre rectangulaire de poutres adossé à l'extérieur de le niveau. Elle est elle-

même composée de deux options. Pour chacune d'elles, s'ouvre au préalable la fenêtre **Poutre actuelle** afin de permettre à l'utilisateur de choisir le type de poutre qu'il désire introduire.

- Introduire bord extérieur rectangulaire d'angle nul. Vous devez sélectionner deux sommets opposés d'un rectangle (le programme oblige à ce que les côtés soient parallèles aux axes généraux).
- Introduire bord extérieur rectangulaire d'angle quelconque. Vous devez sélectionner deux sommets d'un côté puis un point du côté opposé.

6.1.9. Options d'attribution des poutres et des murs

L'option **Attribuer poutres** du menu **Poutres/Murs** de l'onglet **Entrée des poutres** permet de copier les caractéristiques de la dernière poutre introduite (ou de celle sélectionnée comme poutre actuelle) sur des poutres déjà introduites. Les poutres où vont être copiées les caractéristiques peuvent être sélectionnées de multiples façons avec la fenêtre de capture.

La même chose est possible avec l'option **Attribuer murs**.

6.1.10. Prolonger poutre

Cette option permet d'introduire une longueur fixe lors de la prolongation d'une extrémité. En approchant le curseur de la poutre, cette dernière sera sélectionnée et vous verrez que l'extrémité la plus proche du curseur se prolongera de la longueur fixée précédemment dans le dialogue. En cliquant avec la souris, la poutre restera prolongée de cette longueur.

6.1.11. Consoles courtes

Elles permettent d'appuyer une poutre sur un poteau de façon indirecte pour matérialiser par exemple des joints de dilatation. Elles ne doivent pas être utilisées comme appuis des poteaux.

6.1.11.1. Introduction de consoles courtes

Pour introduire la console, vous devrez suivre les étapes suivantes :

1. Introduire au préalable une poutre conventionnelle jusqu'à la face du poteau.
2. Sélectionner la console courte en choisissant le type, la géométrie (ici, vous devez également spécifier la dimension de l'aire d'appui et la situation).
3. Cliquez sur la face du ou des poteau(x) en question.

Au centre de l'aire de l'appui, le programme mettra interne-ment en place un appui fixe de manière à ce que la poutre soit continue jusqu'au poteau et que seule la charge verticale à la console courte soit transmise. La poutre est automatiquement déconnectée de la face du poteau (aucun effort tranchant ni moment n'est transmis).

6.1.11.2. Editer les consoles courtes

Cette option permet de modifier les consoles courtes introduites.

6.1.12. Ajuster les poutres

Lorsque vous cliquez droit, si vous avez précédemment défini des plans inclinés, apparaît une option permettant d'ajuster les poutres à l'intersection de plans inclinés ou à la ligne de pente maximale. L'ajustement à l'intersection des plans est nécessaire lorsque vous désirez que l'axe de

la poutre de séparation entre deux planchers, dont l'un au moins est incliné, coïncide avec l'intersection des plans de ces planchers. Cette intersection est représentée par une ligne continue magenta si elle ne rencontre aucun axe de poutre et par une ligne discontinue magenta dans le cas contraire. Elle peut également être ajustée à la ligne de pente maximale, auquel cas elle sera représentée par une ligne continue magenta sur les poutres appartenant aux planchers inclinés dont la direction n'est pas parallèle à la ligne de pente maximale. Cette ligne passe exactement par le centre de la poutre (relativement à son épaisseur et à sa largeur). Pour ajuster la poutre vous devez également cliquer sur elle.

6.1.13. Armature de poutres incorporées dans les murs et poutres de tête

A été incluse la possibilité d'armer, de façon optionnelle, les poutres au niveau du plancher et les poutres en tête des murs en maçonnerie génériques et des murs en blocs de béton. Dans les murs de sous-sol, la poutre est armée en tête du mur.

Dans la fenêtre **Armatures de poutres incorporées aux murs et en tête de murs** se trouvant en cliquant sur **Ouvrage > Données générales > bouton Par position > Options des poutres**, il est possible de considérer indépendamment ou non l'armature des poutres pour les différents types de murs. Les épaisseurs minimales de ces poutres doivent également être indiquées.

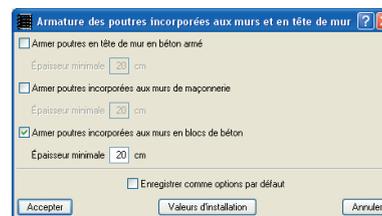


Fig. 6.11

Pour comprendre le fonctionnement de cette option et pour connaître d'avance les dimensions des poutres qui vont être mises en place, consultez les aides disponibles de cette fenêtre.

6.1.14. Largeur efficace dans les poutres mixtes

L'option **Information** du menu **Poutres/Murs** de l'onglet **Entrée des poutres** permet entre autres de connaître la largeur efficace de la dalle dans les poutres mixtes.

6.1.15. Configuration de l'éditeur d'armature de poutres

Il est possible de définir des recouvrements dans les Zones de Confinement (uniquement lorsque le calcul est effectué avec séisme et que toute la ferraille est montée in situ). Dans ce cas des lignes verticales bleues apparaissent.

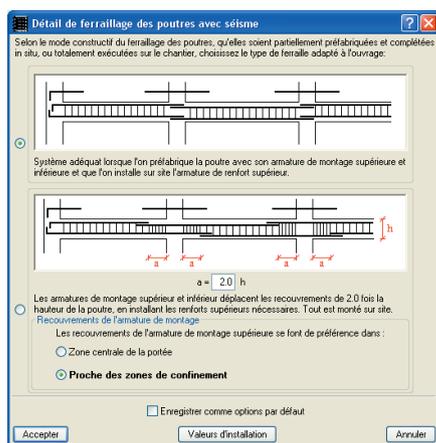


Fig. 6.12

6.1.16. Références de base de chevêtres et portiques

Permet à l'utilisateur de garder les références de base particulières qu'il désire utiliser pour de futurs ouvrages.

Il existe une option pour les chevêtres et une autre pour les portiques. Elles se trouvent en sélectionnant le menu **Ouvrage** > **Données générales** > **Par position** > **Options des poutres**.



Fig. 6.13



Fig. 6.14

6.1.17. Capture du fond de plan pour l'introduction des poutres

Cette option est uniquement accessible aux utilisateurs possédant le module **Introduction automatique des ouvrages**. Elle permet, à partir d'un seul clic, d'introduire une série de poutres ajustées à une entité du fond de plan.

Une fois cette option sélectionnée, si vous approchez le curseur d'une entité (ligne, arc ou polygonale) d'un fond de plan, la poutre qui sera introduite apparaît automatiquement. Celle-ci s'ajuste suivant la position du curseur selon la face ou suivant l'axe. Si le curseur se situe d'un côté de l'entité qui va être capturée, la poutre se déplace vers la position du curseur, le côté de la poutre étant maintenu ajusté contrairement au déplacement. Si le curseur se situe exactement sur l'entité à capturer, il s'ajuste à son axe.

Dans les deux cas, pour valider l'introduction, cliquez sur la position sélectionnée.

6.2. Calcul et Résultats des poutres

6.2.1. Dimensionner poutres métalliques dans le menu calculer

S'il y a des poutres métalliques dans la structure, une fenêtre proposant la réalisation du dimensionnement apparaît. Si vous choisissez de cocher les cases correspondantes, vous devrez également indiquer la façon dont doit être réalisé le dimensionnement.

Bien que le profil sélectionné par l'utilisateur soit celui utilisé pour l'obtention de la matrice de raideur de la structure, vous pouvez choisir si le dimensionnement doit être réalisé depuis le premier profil de la série ou depuis un profil sélectionné. Dans le premier cas, si un profil inférieur peut résister à toutes les sollicitations, il sera mis en place. Dans le second cas, CYPECAD dimensionnera seulement les profils supérieurs ou égaux à celui choisi.



Fig. 6.15

6.2.2. Erreurs de poutres

Diamètre d'étrier supérieur à épaisseur/10. Dans la norme NB-1-2000 le diamètre maximum de l'étrier est limité. Si celui calculé est supérieur à cette limite, le programme vous en avertit.

Dénivelé nécessitant un détail constructif de continuité des barres. Pour les poutres présentant un dénivelé longitudinal (changement de cote), il est nécessaire de disposer le détail constructif indiquant l'étrier additionnel de la poutre de changement de cote qui fournit la continuité de l'armature longitudinale de la poutre en question des deux côtés du dénivelé.

Longueur de la barre supérieure à la longueur maximale. Cela arrive lorsque, pour une raison quelconque, le programme ne peut pas diviser la barre et que les longueurs en résultent supérieures à 12 m.

6.2.3. Poutres inclinées

Après le calcul, le rapport présente les éventuelles erreurs des poutres inclinées.

Les options expliquées par la suite se trouvent dans le menu **Poutres/Murs > Poutres inclinées** de l'onglet **Résultats**.



Fig. 6.16

Information. Cette option permet d'obtenir les caractéristiques (type, niveaux initial et final, profil ou dimensions et armatures, liaisons, flambement) de la poutre sélectionnée.

Efforts. Fournit une liste de matériaux, descriptions et efforts par hypothèse, efforts en combinaison, efforts en enveloppe, coefficient d'utilisation dans le cas des poutres métalliques, résultats du dimensionnement (ou armature dans le cas de poutres en béton) et pour finir, erreurs de dimensionnement (s'il y en a).

Erreurs. Les poutres inclinées ayant des erreurs ou des problèmes de type quelconque apparaîtront en rouge. Pour connaître l'erreur concrète, cliquez sur la poutre et le programme vous donnera de plus amples informations.

Editer. Dans le cas d'une poutre inclinée en béton, vous pouvez accéder à la fenêtre **Résultats poutre inclinée simple**.

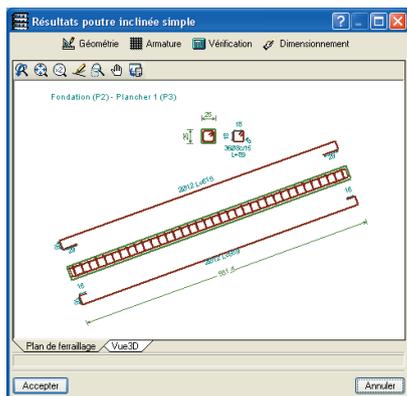


Fig. 6.17

Cette fenêtre contient les options suivantes :

Géométrie. Permet de changer la largeur et l'épaisseur de la poutre.

Armature. Permet d'éditer l'armature supérieure, inférieure, de peau et les cadres.

Vérification, dimensionnement, plan de ferrillage et vue 3D. Options connues.

Dans le cas d'une poutre inclinée métallique, apparaît le même dialogue que dans l'option **Poutres > Erreurs des poutres > Vérifier série** pour les poutres métalliques horizontales.

Nom	Poids (kg/m)	Texte de vérification
⚠ IPE 80	6.00	Ne vérifie pas l'écartement maximum pour des éléments ...
⚠ IPE 100	8.09	Ne vérifie pas l'écartement maximum pour des éléments ...
⚠ IPE 120	10.36	Ne vérifie pas l'écartement maximum pour des éléments ...
⚠ IPE 140	12.87	Ne vérifie pas l'écartement maximum pour des éléments ...
⚠ IPE 160	15.78	Ne vérifie pas l'écartement maximum pour des éléments ...
⚠ IPE 180	18.76	Ne vérifie pas l'écartement maximum pour des éléments ...
⚠ IPE 200	22.37	Ne vérifie pas l'écartement maximum pour des éléments ...
⚠ IPE 220	26.22	Ne vérifie pas l'écartement maximum pour des éléments ...
✅ IPE 240	30.69	Contrainte: 3.84 %
✅ IPE 270	36.03	Contrainte: 2.67 %
✅ IPE 300	42.23	Contrainte: 1.91 %
✅ IPE 330	49.14	Contrainte: 1.46 %
✅ IPE 360	57.07	Contrainte: 1.14 %
✅ IPE 400	66.33	Contrainte: 0.90 %
✅ IPE 450	77.56	Contrainte: 0.71 %
✅ IPE 500	91.06	Contrainte: 0.56 %
✅ IPE 550	106.19	Contrainte: 0.45 %

Signalisation des icônes
 ⚠ Élément qui ne valide pas une vérification.
 ✅ Élément qui valide toutes les vérifications.

Fig. 6.18

Dimensionner poutres en béton. Redimensionne les armatures de toutes les poutres inclinées en béton de l'ouvrage avec les efforts du dernier calcul réalisé.

Dimensionner poutres métalliques. Redimensionne les profils de toutes les poutres inclinées métalliques de l'ouvrage avec les efforts du dernier calcul réalisé. D'autre part, deux options apparaissent : **Depuis le premier profil** et **Depuis le profil sélectionné**.

6.2.4. Copier armatures entre portiques et différents niveaux

Il est possible de copier des armatures d'un portique à un autre semblable même s'ils appartiennent à des niveaux différents. Pour cela il faut utiliser l'option **Copier armatu-**

res entre portiques qui se trouve dans le menu **Poutres/Murs** de l'onglet **Résultats** et qui est la même que celle utilisée pour copier les armatures entre portiques d'un même groupe. La manière d'utiliser cette option apparaît dans l'aide particulière de celle-ci en appuyant sur la touche F1.

- Copier armature entre portiques du même groupe de niveaux.

Placez-vous dans le niveau où vous voulez copier puis sélectionnez le portique à copier et le ou les portique(s) auxquels vous voulez assigner les armatures sélectionnées.

- Copier l'armature entre portiques de groupes de niveaux différents.

Placez-vous dans le niveau où vous souhaitez copier les armatures. Cliquez droit et choisissez, dans la fenêtre qui apparaît, le niveau où se trouve le portique que vous voulez copier. Une fois cela fait, le programme se place au niveau choisi où vous pourrez sélectionner, avec le bouton gauche de la souris, le portique à copier. Immédiatement après, le programme reviendra au niveau de départ dans lequel vous pourrez sélectionner le ou les portique(s) où vous souhaitez copier les armatures sélectionnées.

Qu'il s'agisse de portiques du même groupe de niveau ou de portiques de différents groupes de niveau, les armatures sont copiées de la façon suivante : pour l'armature longitudinale de montage et la première couche d'armatures inférieures, est copié le diamètre, le nombre de barres et la longueur de l'extrémité de chaque barre par rapport à l'axe d'appui. Pour les barres longitudinales restantes, est copié le diamètre, le nombre de barres et leur longueur. Pour les cadres, sont copiés le diamètre, la séparation et la longueur de renfort. Après avoir réalisé la copie, il est conseillé de revoir l'armature de la poutre copiée au cas où les quantités disposées aient été réduites par rap-

port à celles nécessaires, étant donné que le programme n'avertit pas de cela au moment de la copie.

Le portique sur lequel l'armature va être copiée doit vérifier les conditions suivantes :

- Tous les tronçons doivent être des poutres en béton armé.
- Tous les tronçons doivent être du même type. Par exemple, il n'est pas possible de copier l'armature d'une poutre plate sur une poutre en treillis, en revanche, il est possible de copier d'une poutre plate sur une poutre en retombée.
- Les portiques doivent avoir le même nombre de tronçons ou de travées.
- La différence de longueur de tronçon doit être inférieure à 25 cm.
- S'il y a des dénivelés, ceux-ci doivent coïncider au niveau de leur forme et de leur position.

Si, pour un des motifs précédents, il n'est pas possible de copier l'armature d'un portique sur un autre, le programme affiche l'information sur la cause empêchant la copie.

D'autre part, la copie d'armatures entre portiques n'implique pas que le dessin des plans des poutres soit unique. Cela est uniquement le cas lorsque la géométrie des portiques copiés est exactement la même.

6.2.5. Dimensionner poutres métalliques de plancher

Lorsque vous calculez complètement la structure, vous pouvez optionnellement dimensionner les poutres métalliques de plancher.

D'autre part, une fois l'ouvrage calculé, et chaque fois que les résultats de calcul sont conservés, l'option **Vérifier série**, présente dans le menu **Erreurs des poutres**, vous donne la possibilité de réaliser ce dimensionnement à n'importe quel moment, par exemple si vous n'avez pas sélectionné le dimensionnement lors du calcul de la structure, ou si vous avez modifié le type d'un profil et que vous voulez le dimensionner de nouveau sans réaliser le calcul complet de la structure.

6.2.6. Regroupement de portiques

Dans le menu **Poutres/Murs** de l'onglet **Résultats**, vous trouverez l'option **Regrouper portiques**, qui permet de grouper les portiques entre eux. Cela se réalise après le calcul de l'ouvrage. Vous devez sélectionner le portique type puis les portiques que vous désirez grouper. Si le groupement n'est pas possible, le programme vous en avertira et vous exposera la raison lors de la sélection du portique.

Cette option ne réalise aucune vérification quant au respect des conditions dans les portiques groupés.

La modification du portique type affecte automatiquement le groupe et vice-versa.

Dans le plan des poutres apparaît un unique portique par groupe, indiquant toutes les références appartenant aux portiques groupés. L'option **Défaire groupement de portiques** réalise l'opération contraire.

Finalement, l'option **Ajouter portique au groupe** permet d'inclure de nouveaux portiques à un groupe établi précédemment.

6.2.7. Bloquer armatures de portiques

L'option **Bloquer armature de portiques** permet de recalculer la structure en conservant l'armature des portiques sélectionnés. Cet outil se trouve dans le menu **Poutres/Murs** de l'onglet **Résultats**.

6.2.7.1. Considération à prendre en compte pour l'utilisation de l'option

L'option **Bloquer armatures de portiques** a été conçue afin de ne pas perdre les modifications manuelles des armatures de portiques bien que l'ouvrage soit recalculé après de petits changements. Cette option ne prétend pas vérifier les armatures des portiques.

Si, une fois les armatures de portiques modifiées manuellement, il est nécessaire de réaliser de petits changements dans la structure et donc d'effectuer un nouveau calcul de l'ouvrage, les retouches manuelles effectuées sur les portiques bloqués ne seront pas perdues.

L'option **Bloquer armatures de portiques** peut être utilisée pour conserver les armatures des portiques des niveaux qui n'ont pas subi de changement ou dont les changements sont insignifiants.

Les portiques non bloqués seront totalement réarmés à chaque fois que l'ouvrage sera recalculé.

Si les changements dans l'ouvrage impliquent des modifications dans le nombre de tronçons du portique, celui-ci est automatiquement débloqué.

Avertissement

Prenez en compte qu'après un nouveau calcul de l'ouvrage, le programme vérifie uniquement dans les portiques bloqués si l'armature disposée (armature bloquée) possède une section suffisante (en tronçon et appuis), et si

elles vérifient les conditions de flèche. Le reste des vérifications est réalisé dans un processus de dimensionnement normal (cas des portiques non bloqués). Après un nouveau calcul, les portiques bloqués ne vérifiant pas les conditions mentionnées s'afficheront de la même couleur que celle configurée pour les erreurs des poutres. L'utilisateur doit consulter l'armature de ces portiques avec erreurs (onglet **Résultats**, menu **Poutres/Murs > Editer poutres**) et décider si, pour résoudre le problème, il suffit de modifier légèrement son armature ou s'il est nécessaire de débloquer l'armature du portique et de le réarmer.

Le fait que des erreurs significatives apparaissent dans un portique bloqué après un nouveau calcul de l'ouvrage implique que les changements effectués dans l'ouvrage après le blocage des armatures du portique affectent substantiellement celui-ci et il est donc recommandé de le débloquer et de le réarmer. Lors du réarmement d'un portique débloqué, le programme réalise toutes les vérifications imposées par la norme sélectionnée (séparation entre barres, longueur d'ancrage, etc.) avec les efforts obtenus lors du dernier calcul.

Le programme offre deux options pour réarmer les portiques débloqués : **Réarmer tous les portiques** ou **Réarmer portiques avec changements** (disponibles dans l'onglet **Entrée des poutres**, menu **Calculer**. Cette dernière se révèle plus utile étant donné que le programme recalcule seulement l'armature des portiques débloqués et de ceux dont la section a été modifiée.

Toutes ces considérations doivent être pesées par l'utilisateur pour décider quelle est la solution la mieux adaptée.

6.2.7.2. Fonctionnement de l'option

Après avoir sélectionné l'option **Bloquer armatures de portiques** vous verrez apparaître la fenêtre **Sélection des portiques**.

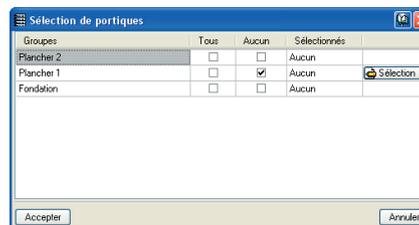


Fig. 6.19

Vous pouvez ici bloquer tous les portiques d'un groupe de niveaux en sélectionnant la case située dans la colonne **Tous** et dans la ligne du groupe correspondant. De la même manière mais en activant la colonne **Aucun**, il est également possible de débloquer tous les portiques d'un groupe de niveaux. Si vous désirez sélectionner seulement certains portiques d'un groupe de niveaux, cliquez sur le bouton **Sélection** de la ligne appartenant au groupe désiré. Vous verrez apparaître à l'écran le groupe de niveaux choisi et vous pourrez alors sélectionner les portiques que vous désirez bloquer en cliquant sur chacun d'entre eux avec le bouton gauche de la souris. Le contour des portiques sélectionnés se dessine en rouge pour les différencier de ceux qui ne le sont pas. Pour supprimer la sélection d'un portique déjà sélectionné, il suffit de le re-sélectionner. Si vous cliquez droit avec la souris, vous reviendrez à la fenêtre **Sélection de portiques** où peuvent être visualisés les numéros des portiques choisis dans la colonne **Sélectionnés** de la ligne appartenant au groupe de niveaux choisi.

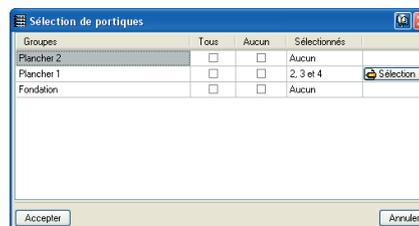


Fig. 6.20

6.2.8. Poutres mixtes

6.2.8.1. Erreurs dans les connecteurs

S'il existe une condition quelconque non vérifiée, vous pouvez la consulter via l'option **Poutres > Erreurs des poutres**.

Les erreurs pouvant apparaître dans les connecteurs de poutres mixtes sont les suivantes :

- Le diamètre nominal du connecteur est trop petit. Vous devez augmenter le diamètre de la tige.
- La longueur totale du connecteur est insuffisante. Augmentez la longueur de tige ou bien l'épaisseur en tête.
- Le connecteur n'est pas absorbé par la dalle. Vous devez diminuer la longueur de tige ou bien l'épaisseur de tête.
- La longueur totale du connecteur est insuffisante pour son diamètre nominal. Augmentez la longueur de la tige.
- Le diamètre de tête du connecteur est insuffisant pour son diamètre nominal. Vous devez augmenter le diamètre de tête.
- L'épaisseur de tête du connecteur est insuffisante pour son diamètre nominal. Augmentez l'épaisseur de tête.
- Le diamètre nominal du connecteur n'assure pas la ductilité de la connexion. Augmentez le diamètre de la tige.
- La longueur du connecteur est insuffisante pour assurer la ductilité de la connexion. Augmentez la longueur de la tige.
- Le nombre de connecteurs nécessaires est excessif pour la longueur de la poutre. Augmentez le diamètre de la tige ou alors placez un profil de hauteur supérieure afin de diminuer l'effort rasant.
- L'épaisseur de l'aile est insuffisante pour placer le connecteur. L'épaisseur de l'aile à laquelle est soudée le connecteur possède une valeur minimum. Cette épaisseur est fonction du diamètre du connecteur.

- La largeur de l'aile est insuffisante pour placer deux connecteurs. Prenez en compte qu'il existe des distances minimales entre les faces des connecteurs et entre la face du connecteur et le bord de l'aile. Vous devez choisir un profil avec une plus grande largeur d'aile.

6.2.9. Vérification des consoles courtes

Une fois la structure calculée, vous pouvez cliquer sur **Poutres/Murs > Consoles courtes > Vérifier les consoles courtes** de l'onglet **Résultats** et toutes les consoles courtes présentant des problèmes de dimensionnement se dessineront en rouge. Vous pouvez obtenir une liste des vérifications effectuées sur une console courte (correctement dimensionnée ou non) en cliquant dessus.

6.2.9.1. Réarmer consoles courtes

Recalcule les armatures de toutes les consoles de l'ouvrage avec les efforts du dernier calcul réalisé.

6.2.10. Edition d'armatures des poutres inclinées

Il est possible de modifier les armatures des poutres inclinées. Dans la fenêtre **Poutres inclinées** de l'onglet **Résultats**, vous trouverez le bouton **Armatures**, qui permet d'accéder à l'éditeur d'armature des poutres et de réaliser les modifications des armatures.



Fig. 6.21

6.2.11. Configuration de l'éditeur d'armatures de poutres

Dans l'onglet **Résultats**, l'option **Poutre/Murs > Editer poutres > bouton Configuration de l'éditeur d'armatures** de poutres contient les options suivantes :



Fig. 6.22

- Vues armature. Il est possible de choisir les types d'armature à visualiser à l'écran pour une modification ou consultation plus commode. Vous pouvez consulter :

- Armature supérieure
- Armature inférieure
- Armature de peau
- Intervalles des cadres
- Section des poutres
- Zones de confinement

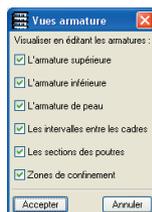


Fig. 6.23

- Longueur de recouvrement des barres (l_b). Elle peut être modifiée par un facteur que vous choisissez.

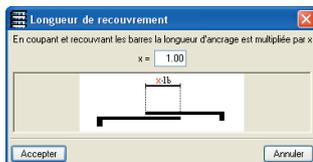


Fig. 6.24

6.2.12. Diagrammes des efforts

Dans le menu **Courbes enveloppes** de l'onglet **Résultats**, se trouvent les options **Efforts dans poutres**. Ces options permettent de consulter les enveloppes des efforts (Moments, Efforts Tranchants et Torseurs), les efforts par hypothèses simples et par combinaisons.

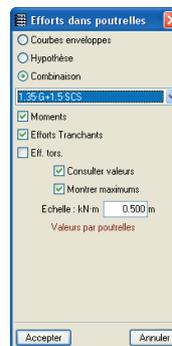


Fig. 6.25

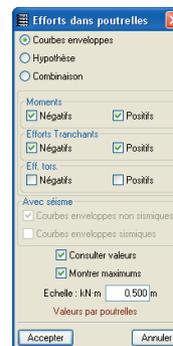


Fig. 6.26

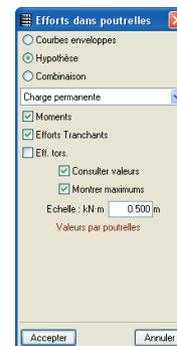


Fig. 6.27

Si vous activez l'option **Hypothèse** ou **Combinaison**, il apparaît un menu déroulant dans lequel il est possible de sélectionner l'hypothèse ou la combinaison désirée. Si une hypothèse de séisme dynamique est sélectionnée, vous verrez apparaître un autre menu déroulant dans lequel vous pourrez sélectionner le **Mode de vibration** de la structure.

Après avoir accepté la boîte de dialogue, vous devez cliquer gauche avec la souris sur les alignements de poutres, poutrelles, planchers de plaques allégées ou dalles mixtes pour consulter le ou les graphiques des efforts que vous souhaitez.

6.3. Plans et Récapitulatifs

6.3.1. Poutres inclinées

Il est possible de dessiner en plan le ferrailage des poutres inclinées.

6.3.2. Consoles courtes

Les plans des consoles courtes affichent la géométrie cotée de face et de côté de la console et dessine les armatures principales et les cadres, les mesures et références du portique et du poteau où on se situe.

7. Planchers

7.1. Gestion d'introduction des planchers

7.1.1. Menu flottant des planchers

Pour ouvrir ce menu, cliquez sur **Planchers > Gestion des planchers** dans l'onglet **Entrée de poutres**. Ce menu contient les options suivantes :



Fig. 7.1

- **Nouveau plancher.** En cliquant sur cette option, vous ferez apparaître le dialogue **Gestion planchers**, dans lequel est sélectionné le type de plancher parmi ceux disponibles : **Planchers sur poutrelles**, **Planchers-dalles**, **Planchers réticulés**, **Plaques allégées**, **Planchers mixtes** et **Dalles appuyées sur le terrain**. Vous devez également indiquer la direction de l'armature, des poutrelles ou des nervures. Une fois accepté, placez la souris sur un contour fermé par des poutres pour le sélectionner puis cliquez dessus pour introduire le plancher.

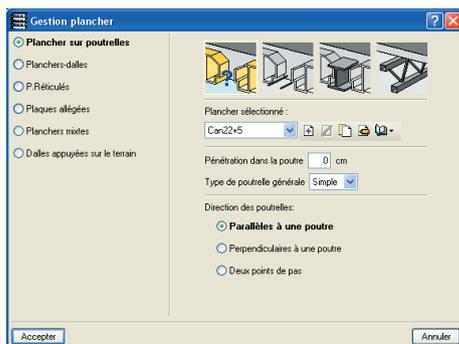


Fig. 7.2

- **Effacer plancher (introduire vide).** Déplacez le curseur sur le plancher pour le sélectionner. Lorsque vous cliquez dessus, le programme l'efface.
- **Changer point d'insertion.**
- **Changer disposition.** Lorsque vous sélectionnez cette option, apparaît un dialogue permettant de sélectionner la façon de modifier la disposition. Si vous déplacez le curseur sur le plancher, celui-ci sera sélectionné ; si vous cliquez dessus, le programme demande de sélectionner la poutre ou les deux points définissant la nouvelle direction.
- **Editer plancher.** Editer le plancher sélectionné.
- **Copier plancher.** Copie les données d'un plancher précédemment sélectionné en cliquant dessus. La fenêtre apparaissant est différente selon le type de plancher. Il est possible de sélectionner les données à copier (le Plan, le Coefficient d'encastrement, etc.). **Attention :** Il est très important de désactiver l'option **Plan** lorsque vous copiez des planchers inclinés de pentes différentes.

Si le plancher type se situe dans un autre groupe, vous devez cliquer droit pour faire apparaître la fenêtre de sélection des groupes.

Sélectionnez le groupe dans lequel se trouve le plancher type et cliquez pour faire apparaître ce groupe. Sélectionnez le plancher en cliquant dessus et le programme reviendra automatiquement au groupe où vous étiez pour sélectionner les planchers recevant la copie.

- **Détailler caissons.** En activant cette option et dans le cas où sont définis des planchers réticulés, les caissons formant les allègements entre les nervures sont dessinés ; en même temps, les nervures sont dessinées avec leur largeur réelle.
- **Moments minimums.** Cette option est uniquement disponible si les types suivants de planchers ont été introduits dans le groupe : de poutrelles, de plaques allégées ou en dalle mixte.

En sélectionnant cette option, vous ferez apparaître un dialogue permettant de définir les valeurs des moments minimums assignés aux différents planchers.

- **Milieu ambiant.** Cette option est uniquement disponible si des planchers de poutrelles précontraintes ou de plaques allégées ont été introduits dans le groupe.

En sélectionnant cette option, vous ferez apparaître un dialogue permettant de sélectionner le milieu ambiant. Avec les boutons **Attribuer** ou **Attribuer à tous**, il est possible de l'assigner plancher à plancher ou à tous les planchers du groupe.

- **Coefficient d'encastrement.** Apparaît un dialogue permettant de sélectionner le coefficient d'encastrement de bord. Avec les boutons **Assigner** ou **Assigner à tous**, il est possible d'assigner le coefficient sélectionné plancher à plancher ou à tous les planchers d'un même groupe. Cette option n'est pas disponible pour les planchers réticulés. Si vous souhaitez avoir un coefficient d'encastrement inférieur à 1 dans ce type de plancher, vous devez assigner un coefficient d'encastrement au niveau de la face des poutres entourant le plancher avec l'option **Encastrement** du menu **Poutres/Murs**.
- **Processus constructif.** Cette option est uniquement opérative pour les plaques allégées. Permet de spécifier si le processus constructif d'un plancher de plaques allégées est **Construction avec étaie**ment ou **Construction avec bac autoportant**.

- **Entrer poutrelle double.** Cette option est uniquement disponible pour les planchers unidirectionnels de poutrelles. Ajoute une poutrelle de redressement à celle sélectionnée.
- **Effacer poutrelle double.** Dans le cas où il existe des poutrelles doubles dans un plancher, il est possible de les effacer en cliquant dessus.

7.1.2. Types de planchers

7.1.2.1. Planchers de poutrelles

Selon la norme sélectionnée, vous pouvez introduire plusieurs types de planchers de poutrelles.

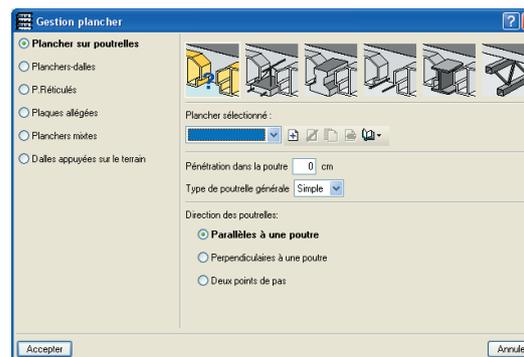


Fig. 7.3

- **Plancher de poutrelles en béton.** Vous pouvez créer, copier, effacer, etc., des types de planchers génériques, où le type de plancher finalement utilisé pour l'ouvrage n'est à priori pas connu, bien qu'il soit pratique de déterminer au moins s'il sera de poutrelles préfabriquées armées ou précontraintes face au calcul de la flèche. Ces types de planchers sont gérés via la bibliothèque.

Lors de la création ou de l'édition d'un type de plancher sur poutrelles en béton, vous devrez rentrer les données suivantes :

- **Référence.** Vous devez ici décrire ce type de plancher.
- **Épaisseur couche compression.** Épaisseur de la couche de compression sur les entrevous.
- **Épaisseur d'entrevous.** Hauteur des entrevous.
- **Interaxe.** Distance entre les axes des poutrelles.
- **Largeur de nervure.** Vous devez introduire la largeur minimale de la poutrelle
- **Incrément de la largeur de la nervure.** Cet incrément se réfère uniquement à l'épaisseur des parois intermédiaires des pièces allégées dans le calcul des raideurs et du moment de fissuration nécessaires pour le calcul de la flèche. Le cas courant veut qu'il ne soit considéré que pour des entrevous de béton.
- **Volume de béton.** En fonction des données introduites précédemment, le programme calcule le volume de béton par mètre carré. Cependant, l'utilisateur peut le modifier en activant cette case et en introduisant la valeur correspondante.
- **Type d'entrevous.** Vous pouvez choisir de placer un entrevous en béton, en céramique, en polystyrène, ou générique. En fonction de toutes les données introduites à ce stade, le programme calcule le poids total du plancher par mètre carré (volume du béton plus le poids des entrevous). Dans le cas d'entrevous génériques, il n'est pas possible de connaître le poids, ce dernier devra donc être introduit par l'utilisateur.
- **Vérification de flèche.** Selon que le plancher finalement mis en œuvre soit préfabriqué armé ou précontraint, vous devrez choisir le type, étant donné que le programme réalise le calcul de flèche de manière différente dans un cas ou l'autre, vu que l'inertie fissurée dans les deux cas est très différente (vous pouvez également donner le cas où l'inertie fissurée est pratiquement égale à la brute, dû à l'effet précontraint, pour lequel vous devrez consulter

la relation de raideur fissurée/brute auprès du fabricant).

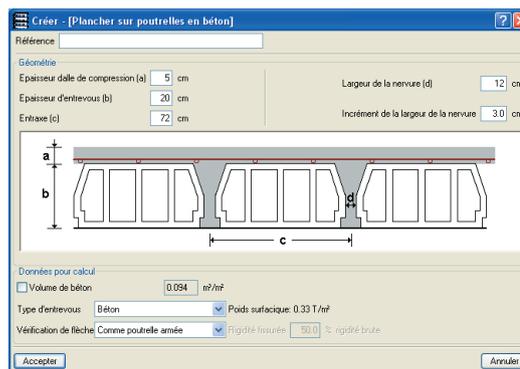


Fig. 7.4

- **Plancher de poutrelles armées/précontraintes.** Il s'agit de poutrelles préfabriquées dont les fiches ou autorisations n'ont pas été fournies par les fabricants. CYPE Ingenieros n'assume aucune responsabilité quant aux données de ces fiches, c'est pourquoi il est recommandé de les vérifier avant de les utiliser. Cependant, il a été effectué quelques contrôles logiques des données introduites. D'un autre côté, dans le cas où l'utilisateur désire introduire les données des fiches d'un fabricant, il doit nous fournir leur information afin que nous puissions l'inclure dans le programme. Les données à sélectionner sont les suivantes :

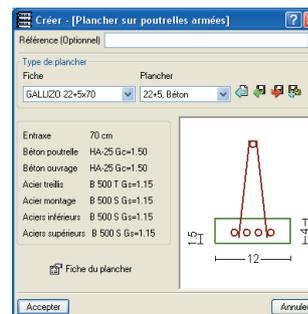


Fig. 7.5

- Référence (optionnelle). A introduire seulement dans le cas où vous désirez une référence différente de celle donnée dans le programme, qui est le nom de la famille plus le nom du plancher, par exemple : FORMA, 25+5, Arlita.
- Famille. Sélectionnez ici le fabricant. Il arrive que le même fabricant possède des poutrelles de plusieurs familles (différentes qualités d'acier de positifs, interaxe, etc.).
- Plancher. En fonction de la famille précédemment sélectionnée, vous pouvez choisir un plancher entrant dans la série disponible, avec variation d'épaisseur et de type d'entrevous.

Avec les données précédemment sélectionnées, est obtenu un type de plancher dont les caractéristiques se résument sous forme d'information pour l'utilisateur : béton poutrelle, béton ouvrage, acier treillis, etc.

Fiche du plancher : cette option affiche la fiche des caractéristiques techniques du plancher pour les poutrelles simples comme pour les poutrelles doubles. Les contenus de la fiche des caractéristiques sont tirés des autorisations d'utilisation des fabricants. Il y a des données à fournir et qu'il convient d'introduire :

- **Plancher de poutrelles armées.**

- Flexion positive du plancher. Les données correspondent à la mi-portée :
Type de poutrelle. Nom déterminé de poutrelle.
Armature pour poutrelle. C'est l'armature définie par : Armature de base + renfort de longueur complète + renfort de longueur inférieure à la longueur totale.
Aire nervure. Section d'acier en cm².
Moment ultime. C'est l'aire maximale du moment résistant (ultime).
Moment de fissuration. Pour le calcul de flèche par la méthode de Branson.

Raideur totale. Elle est utilisée pour former la matrice de raideur de la section composée poutrelle-béton.

Raideur fissurée. Pour le calcul de la flèche par la méthode de Branson.

- Flexion négative du plancher. Les données font référence à l'appui ou extrémité de la poutrelle :
Renfort supérieur par nervure. L'armature est définie par : renfort 1 + renfort 2 de longueur inférieure. Les deux longueurs sont calculées par le programme.

Aire nervure. Section d'acier en cm².

Moment ultime type. C'est le moment maximum résistant (ultime).

Moment ultime massif. C'est le moment maximum résistant (ultime) dans le cas où il n'y a pas d'entrevous (massif).

Moment de fissuration, raideur totale et raideur fissurée. Idem que dans le cas de la flexion positive.

- Effort tranchant ultime. Effort tranchant ultime résistant de la section totale. Il peut avoir plusieurs valeurs, en fonction du type de treillis par exemple. De cette façon, apparaîtra à l'écran et en plan le type de treillis en question à disposer.
- Fiche du plancher de poutrelle précontrainte. Il existe deux différences avec les planchers armés :
1. Apparaissent les moments de service, qui sont les moments résistants selon la classe de béton précontraint, qui n'est pas la même que celui du milieu ambiant. L'équivalence est la suivante : Milieu ambiant I = Classe III (Structures en intérieur d'édifices ou milieu extérieurs de faible humidité) ; Milieu ambiant II = Classe II (Structures en extérieur normal non agressif, ou en contact avec des eaux normales ou des terrains ordinaires) ; Milieu ambiant III = Classe I (Structures en atmosphère agressive industrielle ou marine, ou en contact avec des terrains agressifs ou des eaux salines ou légèrement

acides selon l'ancienne norme EH-91 et EP-93). Le moment de service résultant du calcul est comparé, selon le milieu ambiant défini pour la poutrelle (avec l'option **Planchers > Gestion des planchers > Milieu ambiant**) à celui de la fiche et, s'il est inférieur, il convient. Dans le cas contraire, une poutrelle vérifiant les conditions est recherchée et, s'il n'y en a pas, un message d'erreur est émis à la fin du calcul.

2. Il n'existe pas de renfort à l'effort tranchant.

- **Plancher de poutrelles 'in situ'**. Il s'agit de poutrelles totalement montées en ouvrage. Elles sont armées analogiquement aux poutres en béton. Pour ce type, il est possible d'assigner une armature de base inférieure avec l'option **Planchers > Armature de base**. Lors de la création ou de l'édition d'un type de plancher de poutrelles en béton 'in situ' vous devrez rentrer les données suivantes :

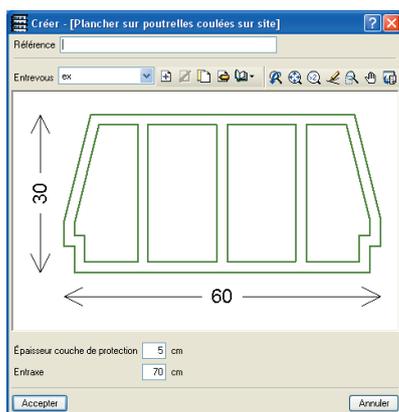


Fig. 7.6

- Référence. Vous devez indiquer ici une description pour ce type de plancher.
- Entrevous. Choix du type d'entrevous : béton, céramique, etc.). Possibilité de créer, copier, effacer, etc.

les types d'entrevous. Les entrevous sont gérés via la bibliothèque (pour plus d'information, consultez le paragraphe Gestion de la bibliothèque des éléments).

- Épaisseur de la couche de compression. Épaisseur de la couche de compression sur les entrevous.
 - Interaxe. Distance entre les axes des poutrelles.
- **Plancher de poutrelles métalliques**. Il s'agit de poutrelles métalliques de type T laminés. Lors de la création ou de l'édition d'un type de plancher sur poutrelles de ce type, vous devrez rentrer les données suivantes :

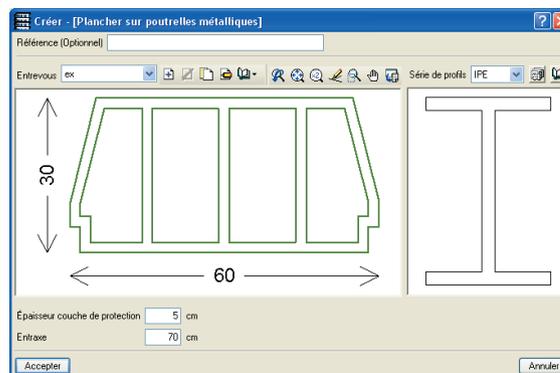


Fig. 7.7

- Référence (optionnelle). A introduire uniquement dans la cas où vous désirez une référence différente de celle fournie par le programme, qui est le nom de la série de profils + l'interaxe, par exemple : IPN, Interaxe 65.
- Entrevous. Le type d'entrevous est choisi : béton, céramique, etc. ainsi que ses caractéristiques (dimensions, poids, etc.). Vous pouvez créer, copier, effacer, etc. tout type d'entrevous. Les entrevous sont gérés via la bibliothèque.
- Épaisseur de la couche de compression. Épaisseur de la couche de compression sur les entrevous.

- Entre axe. Distance entre les axes des poutrelles.
 - Série de profils. La série est choisie mais pas le profil exact à l'intérieur de la série. Vous pouvez par exemple choisir la série IPE mais pas le profil IPE 300. L'avantage est que le programme calcule automatiquement la poutrelle nécessaire suivant des critères résistants chaque fois que les poutrelles sont isostatiques entre les appuis (le programme met automatiquement en place le plancher avec un coefficient d'encastrement 0 et cela ne peut pas être modifié).
- **Plancher sur poutrelles JOIST.** Il s'agit de poutrelles métalliques en treillis simplement appuyées (isostatiques). Lors de la création ou de l'édition d'un plancher sur poutrelles de ce type, vous devrez rentrer les données suivantes :

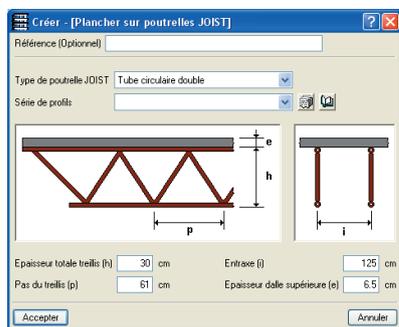


Fig. 7.8

- Référence (optionnelle). A introduire uniquement dans le cas où vous désirez une référence différente de celle donnée par le programme, qui est le numéro de profil des deux cordons plus la série de profil sélectionnée plus l'entre axe.
- Type de poutrelle JOIST. Sélectionnez le type de poutrelle. Chacun des cordons sera formé de un ou deux profils identiques selon le type sélectionné, alors que les diagonales ne seront constituées que

d'un seul profil, tous appartenant à la série sélectionnée par la suite.

- Série de profils. La série de profils doit être en acier laminé ou préformé. De même que dans le cas des poutrelles métalliques, la série est choisie mais pas le profil exact.
- Epaisseur totale de treillis. De la face supérieure du cordon à la face inférieure (et non la distance entre axes et cordons).
- Pas du treillis. Les angles du treillis doivent être compris entre 30 et 60°.
- Entre axe. Distance entre les axes des poutrelles.
- Epaisseur de la dalle supérieure. Epaisseur de la couche de béton (non collaborante) sur le cordon supérieur.

Option **Ouvrage > Options générales > Coefficients réducteurs de raideur à la torsion** d'un plancher unidirectionnel.

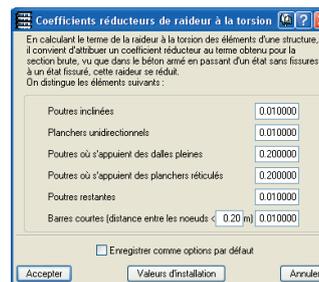


Fig. 7.9

Il est possible de modifier ou de consulter la valeur du coefficient réducteur de raideur à la flexion de plancher unidirectionnel de poutrelles.

7.1.2.2. Planchers réticulés

Option Plancher. Gestion plancher. Données de plancher : Le nombre de mailles du plancher, qui est indépendant du nombre de planchers, s'affiche, ce qui permet de copier les armatures d'une maille d'un groupe de niveaux en un autre différent.

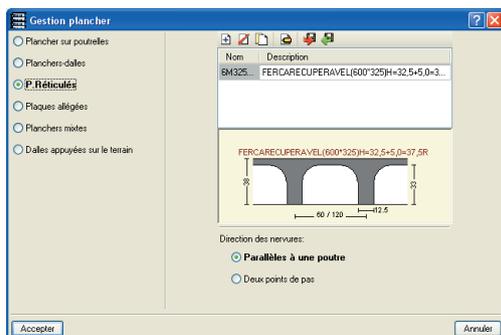


Fig. 7.10

Option **Planchers > Panneaux > Configuration de génération de panneaux.**

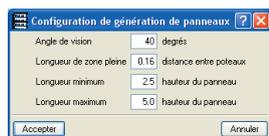


Fig. 7.11

Relativement à la génération des panneaux, il est possible de spécifier ce qui suit :

Angle de vision. Le programme génère deux droites fictives perpendiculaires passant par le centre du poteau et en suivant les directions de la maille. Avec chaque repère, il établit un angle de vision dont la valeur est celle fournie par cette option. Si un autre poteau est présent dans l'angle de vision, la portée de calcul correspondra à la distance de ce poteau. Si plusieurs poteaux sont visibles dans cet angle, celui pris en compte sera le plus proche. Si au-

cun poteau n'apparaît dans l'angle de vision, le panneau sera dimensionné avec la longueur minimale.

Longueur de zone pleine par rapport à la distance entre les poteaux. La zone pleine se mesure de la face du poteau au bord du panneau, et cette longueur est donnée en pourcentage de la distance entre le poteau considéré et le poteau le plus proche à l'intérieur de l'angle de vision.

Longueur minimale par rapport à la hauteur du panneau. Longueur minimale allant de la face du poteau au bord du panneau. Au cas où il n'y aurait pas de poteau dans l'angle de vision, on prendra cette dernière.

Longueur maximale par rapport à la hauteur du panneau. Longueur maximale allant de la face du poteau au bord du panneau.

7.1.2.3. Planchers de plaques allégées

Les planchers de plaques allégées peuvent être importés de la bibliothèque de CYPE ou créés par l'utilisateur. Lors de la création d'un nouveau plancher, vous devrez introduire toute une série de données. Afin d'aider l'utilisateur pour cette introduction, un icône en forme de livre peut apparaître dans le coin droit en haut de la boîte de dialogue.

7.1.2.4. Planchers mixtes



Fig. 7.12

Les planchers mixtes sont composés d'un bac collaborant servant de coffrage à la dalle de béton et de renforts d'armature supérieurs et inférieurs. Le bac peut être utilisé pour travailler d'une des deux manières suivantes :

- **Coffrage perdu.** En phase de construction, le bac résiste à son poids propre, au poids du béton frais et aux surcharges d'exécution. En phase de service, la fonction de résistance est seulement assurée par la dalle en béton armé.

Certains fabricants fournissent plusieurs façons de mettre en place le bac : 'n' ou 'u', selon les caractéristiques recherchées. 'n' signifie position normale et 'u' inversée. Une fois la dalle mixte introduite à l'écran, vous verrez une ligne discontinue représentant l'axe de chaque nervure, et une ligne continue représentant la ligne ou l'axe de superposition des panneaux du bac, dont la largeur est celle indiquée dans la fiche.

- **Bac collaborant (comportement mixte).** En phase de service, on considère que le bac se combine avec le béton durci, en agissant comme armature de traction dans le plancher fini. Le bac est capable de transmettre les sollicitations au niveau de son interface avec le béton grâce à une liaison mécanique obtenue par des retdents. De cette façon, il supporte, pendant la phase de construction, son poids propre, les charges d'exécution et le poids propre du béton frais. En phase de service, il travaille comme armature inférieure.

En plus de définir les mêmes caractéristiques que celles introduites lorsqu'il travaille comme coffrage en phase d'exécution, les coefficients obtenus par la méthode empirique 'm-k' et fournis par le fabricant du bac (ou par l'utilisateur s'il l'a défini comme nouveau) doivent être indiqués pour le calcul de l'effort rasant (cisaillement).

Le calcul et le dimensionnement des bacs sont réalisés selon la norme UNE ENV1994-1-1 : Juin 1995 – Eurocode 4 : Calcul des structures mixtes acier/béton. Partie 1-1 : Rè-

gles générales et règles pour les bâtiments qui est la version officielle, de la Norme Européenne Expérimentale UNE ENV 1994-1-1 à la date d'octobre 1992.

Les planchers mixtes sont applicables à des projets de structures de construction dans lesquelles les charges imposées sont à dominante statiques, étant inclus les bâtiments industriels dont les planchers peuvent être soumis à des charges mobiles.

L'épaisseur totale du plancher mixte, l'épaisseur sur les nervures des bacs et la hauteur minimale des boulons sur les nervures des bacs (dans le cas de poutres mixtes) sont limités.

Le bac peut s'appuyer sur des poutres métalliques, métalliques mixtes, en béton, sur des murs, etc. Une profondeur d'appui minimale, actuellement non considérée par le programme, est nécessaire.

7.1.3. Planchers inclinés

Définition et assignation aux planchers de plans inclinés et de niveaux horizontaux distincts dans un même niveau.

Introduisez d'abord tous les éléments dans le niveau, suivant leur projection horizontale, pour ensuite introduire les plans inclinés et leur assigner des planchers et poutres.

Cette option se situe dans **Groupes > Planchers inclinés/Dénivelés** de l'onglet **Entrée de poutres**.

7.1.3.1. Fenêtre Planchers inclinés/Dénivelés

Les significations de champs de cette fenêtre sont les suivantes :

- **Nom.** Toutes les références des plans définis apparaissent.

Ce champ est éditable, c'est-à-dire que vous pouvez modifier la référence.

Si, à gauche du nom apparaît une marque (flèche jaune), cela signifie que le plan en question est assigné à un niveau.

- **Couleur.** Montre la couleur assignée à chaque description de plan afin d'identifier les planchers introduits en niveaux.
- **Données.** Importance du dénivelé. Peut être modifié.
- **Attribuer.** Permet d'assigner à un ou plusieurs planchers la description réalisée d'un plan. Tous prendront la couleur définie pour ce dernier.

7.1.3.2. Création

Vous pouvez ajouter un plan incliné d'une des trois manières suivantes : 3 points avec dénivellement, droite horizontale avec pente et pente maximale.

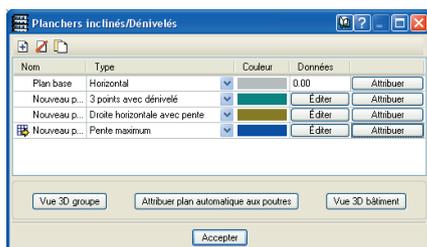


Fig. 7.13

Pour chacune d'elles, vous pouvez le faire analytiquement (**Editer**) ou graphiquement dans le niveau (**Définir dans le niveau**). Une fois le plan défini, vous devrez l'assigner à un plancher introduit précédemment. Avec **Définir dans niveau**, la fenêtre se ferme et apparaît le niveau où vous devez introduire graphiquement les points ou autres données, en cotes relatives par rapport au niveau actuel, pente, etc. Disposer d'un DXF du niveau est pratique puisque de cette façon, vous pouvez capturer les axes des

poteaux, les coins, les faces des poutres, etc. pour la désignation des points dans le niveau. Dans tous les cas, si vous avez introduit des poutres, le curseur de la souris prendra la forme d'un point rouge lorsque vous le placerez sur la face d'une poutre ou sur son axe central, et il sera noir dans le cas contraire.

Avec **Editer**, vous devrez introduire les données demandées. La seule différence est que l'emplacement des points est défini automatiquement. Une fois les données introduites, le programme situe graphiquement les points et données dans le niveau comme si cela avait été fait via la définition dans le niveau.

- 3 points de dénivelé. Sélectionnez trois points dans le niveau et introduisez la cote relative (dénivelé) de chacun par rapport à la cote de niveau actuel.
- Droite horizontale avec pente. Sélectionnez deux points dans le niveau (la direction de pente maximale sera perpendiculaire à la ligne unissant les deux points), et introduisez une seule cote pour les deux ainsi que la tangente à la pente.
- Pente maximale. Vous devez sélectionner deux points formant la droite de pente maximale. Introduisez l'éventuel dénivelé du premier point par rapport au niveau actuel et la tangente à la pente.

7.1.3.3. Edition

Lorsque que vous cliquez sur ce bouton, la fenêtre se ferme et les points de définition apparaissent dans le niveau avec leurs données. Apparaît également une fenêtre avec les données analytiques.

- **Editer plan de niveau.** Si vous placez le curseur sur un point de définition, celui-ci se colorera en jaune, indiquant ainsi que vous pouvez le déplacer. Si vous le placez sur un texte de cote ou de pente, vous pouvez modifier la valeur en cliquant directement de nouveau. Une fois cela fait, cliquez sur accepter.

- **Editer plan analytiquement.** Vous pouvez modifier les valeurs du plan dans la fenêtre. Une fois fait, cliquez sur accepter.

7.1.3.4. Attribuer

Une fois le plan défini, vous pourrez l'assigner aux planchers précédemment introduits. Si vous faites cela pour un plan incliné, une flèche de couleur bleue se dessinera sur le plancher pour indiquer la ligne de pente maximale dans le sens de la descente, c'est-à-dire vers le bas. La direction des nervures du plancher doit toujours être parallèle à la ligne maximale de pente ou perpendiculaire à celle-ci. Si vous ne le faites pas ainsi lorsque vous assignez un plan incliné à un plancher, le programme vous y obligera.

7.1.3.5. Assigner automatiquement plan à poutres

Si vous avez attribué manuellement un plan à une poutre et que vous avez un plancher avec un autre plan d'inclinaison, le programme détecte cette incongruité et montre les poutres affectées en les colorant en rouge, vous permettant ainsi d'assigner à ces poutres le plan incliné du plancher adossé en cliquant simplement sur elles.

7.1.3.6. Mise en oeuvre de planchers inclinés

Concepts préalables

Pour introduire un plancher incliné, vous devez dessiner sa projection horizontale. Celle-ci pourra être effectuée sur un groupe supérieur (vers le haut) ou inférieur (vers le bas), selon les cas expliqués ci-après.

Il est indispensable de connaître exactement la vue de face du bâtiment pour une définition précise des groupes de niveaux.

Quelques exemples et cas particuliers qu'il est bon de prendre en compte vous sont expliqués ci-dessous.

Cas courants

Cas 1. Il n'y a pas de plancher horizontal sur les poutres de bord du plancher incliné. Dans ce cas, on définit un groupe au niveau du plus petit poteau de la couverture et on attribue des cotes positives aux plans inclinés.

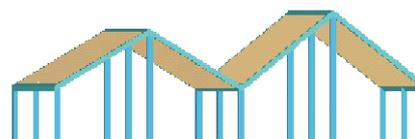


Fig. 7.14

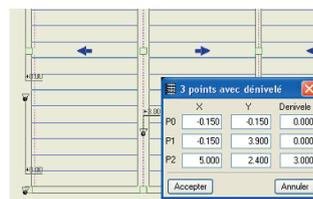


Fig. 7.15

Cas 2. Il existe un plancher horizontal en une seule des extrémités du plancher incliné. En le projetant verticalement vers le bas sur le groupe de niveaux où se termine le plus petit poteau de la couverture, il y a superposition avec le plancher horizontal.

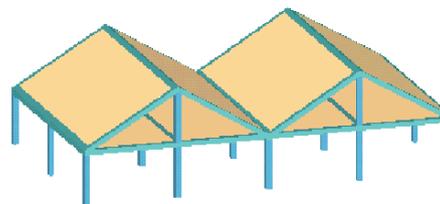


Fig. 7.16

Vous devez définir dans ce cas un groupe de niveaux pour le plancher horizontal et un autre plus haut pour celui incliné, au niveau de sa cote la plus haute. Toutes les cotes des plans inclinés dans le second groupe seront négatives. Les poutres de bordure des deux groupes sont communes (poutres communes) ; c'est pourquoi vous devez les introduire une seule fois, pour le groupe inférieur par exemple. Avant de passer au groupe supérieur, attribuez-leur la propriété qu'elles sont communes et le groupe supérieur se créera automatiquement.

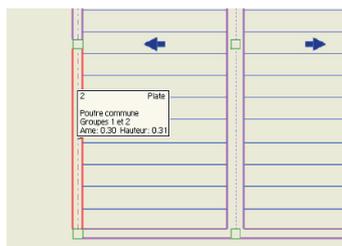


Fig. 7.17

Pour plus d'informations, consultez l'option **Poutres/Murs > Poutre commune > Faire poutre commune**.

Ceci est le groupe 1 avec les poutres communes représentées en pointillés. Dans le groupe supérieur apparaissent automatiquement les poutres communes. Les cotes des plans sont négatives dans ce cas.

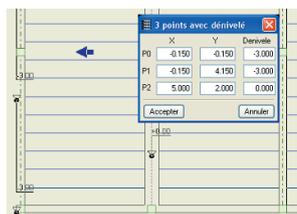


Fig. 7.18

Cas 3. Il y a des planchers horizontaux aux deux extrémités du plancher incliné. Ceci peut être le cas d'une rampe où se trouvent plusieurs poutres communes correspondant aux extrémités. Vous devez définir un groupe intermédiaire entre les planchers pour la rampe et le situer à une hauteur médiane entre les planchers horizontaux.

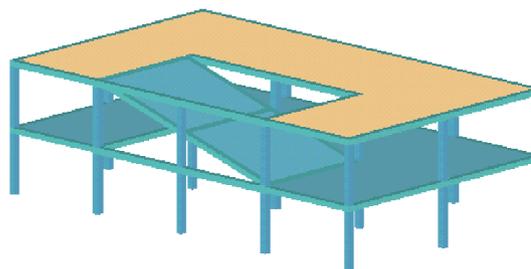


Fig. 7.18

Cas 4. Il y a des poutres qui, projetées verticalement, présente un recouvrement. En projetant verticalement vers le bas sur le groupe de niveaux où se termine le plus petit poteau de la couverture, il existe des superpositions de poutres ou de planchers. Vous devez définir dans ce cas un groupe de niveaux pour chaque poutre ou plancher qui produisent cette superposition.

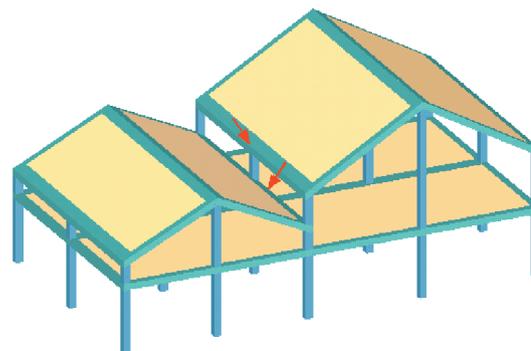


Fig. 7.19

Processus de création et d'introduction d'un plancher incliné

Il est important de terminer l'étape précédente avant de commencer celle-ci.

Le processus se résume de cette manière :

- Définir de façon adéquate les groupes de niveaux, en fonction de l'un des cas précédents. Il est très important de dessiner la vue de face du bâtiment avec toutes les cotes.
- Introduire tous les planchers horizontaux.
- Définir, s'il y en a, les poutres communes.
- Introduire tous les planchers qui vont être inclinés. Il est conseillé de disposer d'un plan DXF ou DWG ou d'un contour sur lesquels sont tracés les lignes d'intersection des différents plans inclinés. Les poutres de séparation ou de transition de ces plans s'introduiront en ajustant à l'axe cette ligne d'intersection du plan.
- Créer l'ensemble des planchers inclinés.
- Définir les planchers inclinés.

Autres aspects à prendre en compte

- **Projection horizontale de poutres.** Lorsque vous attribuez un plancher incliné à une poutre, le programme projette verticalement l'axe de la poutre ou la face en fonction de l'ajustement préalable (ajustement par rapport à l'axe de la poutre ou à la face). Une fois cette projection réalisée l'épaisseur de la poutre est dessinée en projection de façon à ce que la face supérieure de la poutre soit toujours visible en ligne continue.
- **Rotation des poutres.** Si vous voulez que dans les poutres d'axe longitudinal horizontal, comme celles de départ des pans, faîte, etc., la section transversale tourne avec le même angle que le pan adossé, vous devez les définir comme étant planes. Si elles sont définies comme décrochées, elles ne tournent pas.
- **Limites.** En ce qui concerne la relation entre les planchers inclinés et les murs, il existe quelques limites :

- Un plancher incliné ne peut pas être adossé à un mur.
- Une poutre commune n'est pas réalisable avec une tête de mur.

Exemples

Exemple 1

Il s'agit d'une toiture avec des pans à double pente (couverture mansarde). En projetant la toiture verticalement vers le bas sur un plan horizontal au niveau du point le plus bas de la couverture, il y a une superposition de cette couverture avec le plancher sous toiture.

Cet exemple est présenté précédemment au Cas 1. Il faudra donc définir la toiture dans un groupe de faitage.

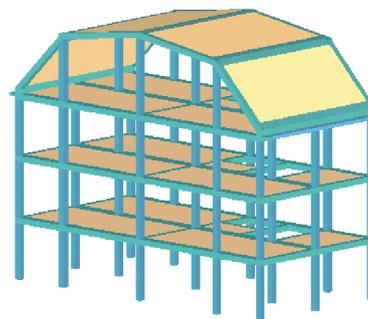


Fig. 7.20

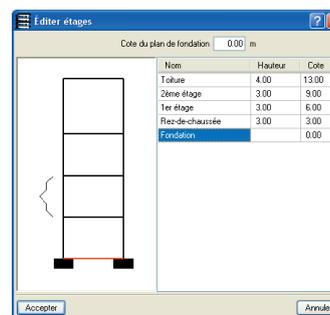


Fig. 7.21

Le groupe sous toiture s'observe sur la figure suivante. Vous pouvez y voir l'attribution des poutres communes aux planchers horizontaux et inclinés. Vous devez utiliser l'option **Poutres/Murs > Poutre commune > Faire poutre commune** et les sélectionner comme groupe commun à celui de toiture (groupe 3). Sur la figure, elles apparaissent avec un trait discontinu pour l'axe.

Dans le groupe toiture, les poutres communes apparaissent automatiquement avec le groupe inférieur et il n'est donc pas nécessaire de redéfinir ces poutres. La toiture inclinée, même si elle a plusieurs pentes, peut se définir en un unique groupe de niveaux. Le reste des poutres et des pans de la toiture doit être introduit à ce moment-là. le niveau ayant été défini en faitage, toutes les cotes des plans inclinés seront négatives.

Observez les plans 1 et 2.

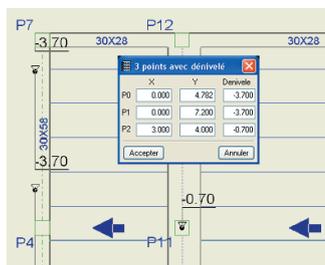


Fig. 7.22

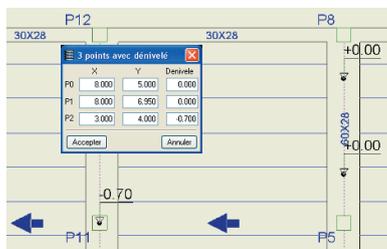


Fig. 7.23

Les plans 3 et 4 sont symétriques aux plans 1 et 2.

Exemple 2

Dans cette toiture sont implantés deux mansardes mais seules les ouvertures en toiture sont analysées pour simplifier. La toiture inclinée s'appuie latéralement sur des poutres parallèles à la façade.

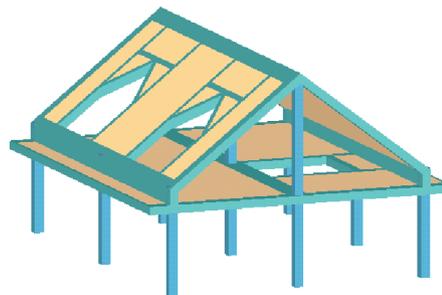


Fig. 7.24

La toiture en saillie n'est pas définie en saillie comme telle. Une saillie horizontale est construite dans le groupe sous toiture. La définition des niveaux est la suivante :

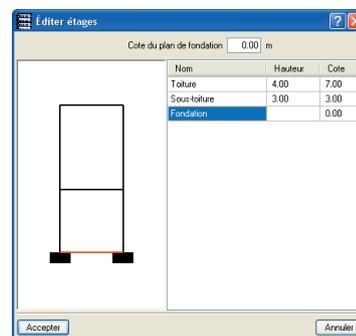


Fig. 7.25

On attribue ensuite les poutres communes aux planchers horizontaux et inclinés. Pour cela l'option **Poutre**

commune est utilisée et le groupe de toiture (groupe 2) est sélectionné comme groupe commun. L'axe est affiché en trait discontinu.

Dans le groupe toiture apparaissent automatiquement les poutres communes au groupe inférieur. Il n'est donc pas nécessaire de redéfinir ces poutres. Le reste des poutres et des pans de la toiture est complété et les charges linéaires que transmet la mansarde aux poutres qui forment l'ouverture en toiture sont introduites.

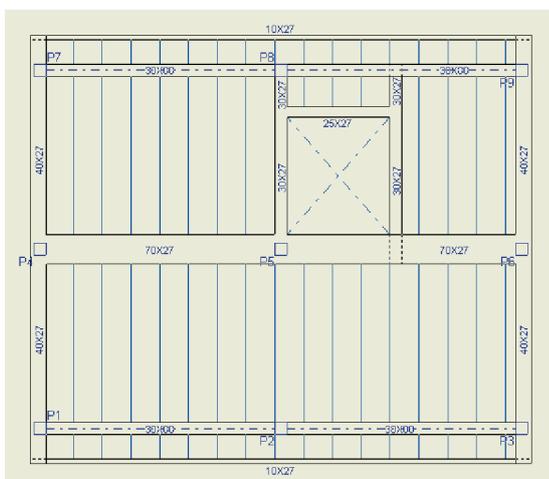


Fig. 7.26

le niveau ayant été défini en faitage, toutes les cotes des plans inclinés seront négatives. Vérifiez le résultat du plan 1. Le plan 2 est symétrique.

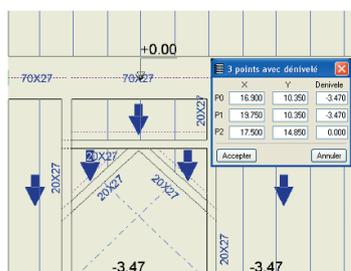


Fig. 7.27

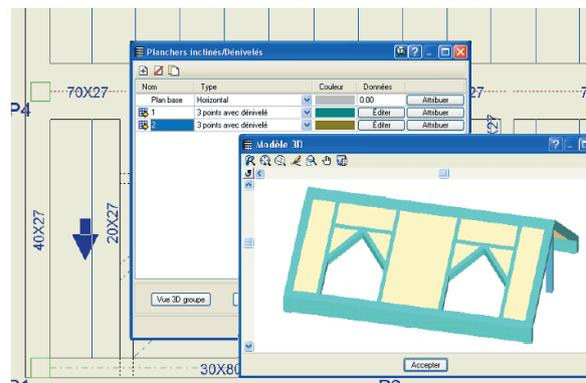


Fig. 7.28

Exemple 3

Une rampe d'accès au sous-sol est implantée.

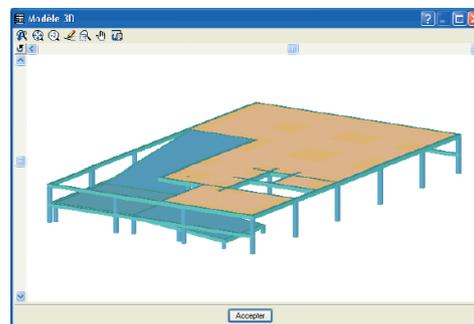


Fig. 7.29

On crée un groupe de niveaux intermédiaire entre la fondation et le premier plancher pour construire la rampe, par exemple à la hauteur médiane entre les deux groupes.

Sur l'écran de visualisation des poteaux sont introduits des poteaux indépendants pour soutenir la rampe. Ces poteaux vont du groupe 0 au groupe 1 (celui de la rampe).

On introduit la rampe dans le groupe 1. Celle-ci est définie comme une dalle massive et des poutres entre les poteaux.

A l'extrémité inférieure de la rampe, on introduit un mur d'appui en maçonnerie. A l'extrémité supérieure, la poutre sera mise en commun avec le groupe 2. Trois plans sont définis. Deux d'entre eux sont inclinés pour les lignes droites et un est horizontal pour la courbe.

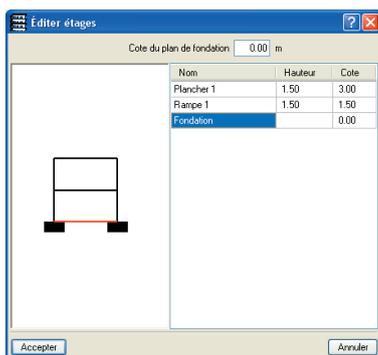


Fig. 7.30

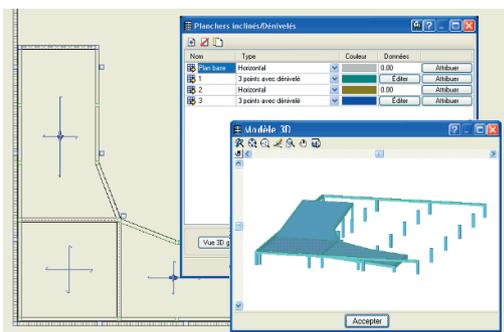


Fig. 7.31

Dans le groupe 2, il reste l'ouverture de rampe dans le plancher. La poutre commune apparaît aussi dans le groupe 1.

- Un plancher incliné ne peut pas être adossé à un mur.
- Une poutre commune n'est pas réalisable avec une tête de mur.

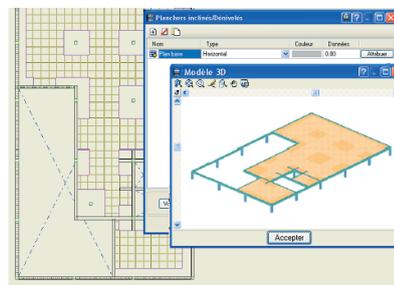


Fig. 7.32

Exemple 4

Une rampe d'accès est mise en place entre les niveaux de parking.

On introduit un groupe de niveaux intermédiaire pour chaque rampe entre niveaux. Celui-ci est défini comme une dalle massive et des poutres planes entre poteaux. A l'extrémité inférieure de la rampe, une poutre commune au groupe inférieur est introduite. A l'extrémité supérieure, la poutre sera mise en commun avec le groupe supérieur.

Cinq plans sont définis : trois inclinés pour les lignes droites et deux horizontaux pour les courbes.

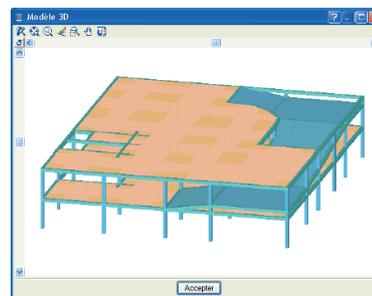


Fig. 7.33

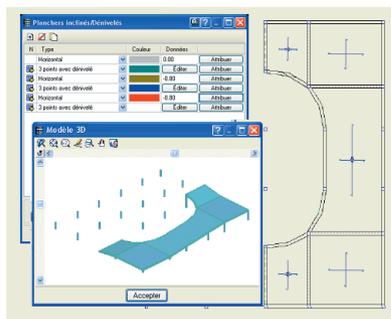


Fig. 7.34

Dans le groupe supérieur, il reste l'ouverture de la rampe dans le plancher. La poutre en commun avec le groupe de la rampe apparaît aussi.

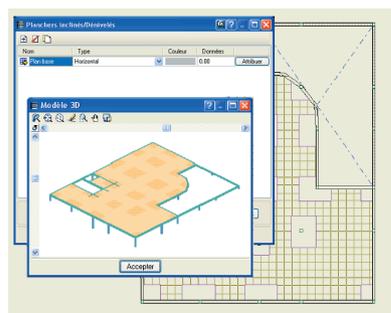


Fig. 7.35

7.1.4. Introduction trémie

Dans le menu **Plancher**, vous trouverez l'option **Introduction trémie** qui est composée des options décrites ci-après. Pour chacune d'elles, le dialogue **Poutre actuelle** s'ouvre au préalable pour que l'utilisateur puisse choisir le type de poutre qu'il désire introduire.

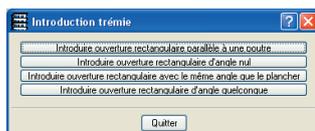


Fig. 7.36

- **Introduire ouverture rectangulaire parallèle à une poutre.** Vous devez sélectionner une poutre parallèle à celle de la trémie rectangulaire. Pour finir, vous devez sélectionner deux sommets opposés formant une des diagonales de la trémie.
- **Introduire ouverture rectangulaire d'angle nul.** Vous devez sélectionner deux sommets opposés formant une des diagonales de la trémie, mais en prenant en compte que le vide aura un angle de 0.
- **Introduire trémie rectangulaire avec le même angle que le plancher.** Vous devez sélectionner deux sommets opposés formant une des diagonales de la trémie, en prenant en compte que ce vide prend la même direction que les nervures du plancher. Si le plancher dans lequel est réalisée l'introduction est vide, le nouveau vide sera généré avec les côtés parallèles aux axes généraux.
- **Introduire ouverture rectangulaire d'angle quelconque.** Vous devez sélectionner deux sommets et un côté puis un point du côté opposé.

7.1.5. Options des planchers

Vous disposez d'options sur les planchers dans le menu **Ouvrage > Options des planchers** des onglets **Entrée des poutres** et **Résultats**.

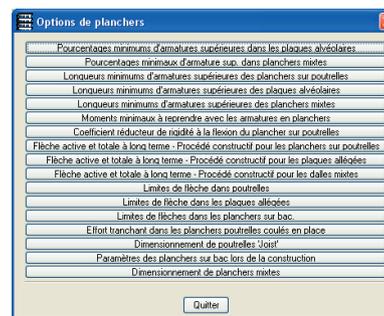


Fig. 7.37

- Coefficients de fluage – flèche active du plancher unidirectionnel. Bien que les valeurs par défaut soient différentes, cette option est similaire au cas des poutres en béton.
- Coefficient de fluage de flèche totale à long terme du plancher unidirectionnel. Cette option est analogue au cas des poutres en béton.
- Efforts tranchants unidirectionnels 'in situ'. Cette option apparaît uniquement si la norme de calcul du béton est la norme espagnole EHE. Le programme vérifie s'il est nécessaire d'armer ou non à l'effort tranchant suivant cette norme. Dans le cas affirmatif, si cette option est activée, est appliquée la formule EF, moins restrictive, laquelle ne lie pas l'armature à la quantité d'armature longitudinale soumise à la traction et admet que la résistance à l'effort tranchant est fonction de la résistance du béton utilisé. De plus, cette alternative est justifiée par l'adoption de ce qui est prescrit dans l'article 1 de la norme EHE et dans l'expérience des nervures in situ.
- Dimensionnement des poutrelles JOIST. Ici, apparaissent trois options permettant l'égalisation lors du dimensionnement :
 - Toutes les barres
 - Cordons supérieur et inférieur égaux et diagonales égales
 - Seules sont égales les diagonales

7.2. Calcul et résultats des planchers

7.2.1. Planchers de poutrelles

7.2.1.1. Vues des poutrelles

Ces options se trouvent dans le menu **Poutrelles > Vue** de l'onglet **Résultats**.

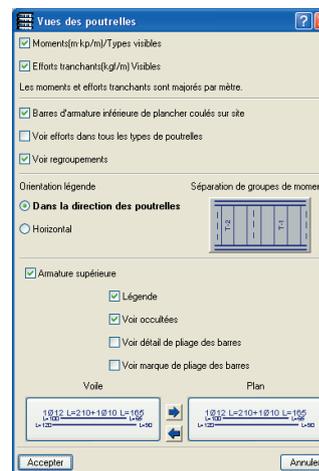


Fig. 7.38

- **Moments/Types visibles.**

Cette option se combine avec Voir efforts dans tous les types de poutrelles. Si cette dernière est activée, sont visibles les moments fléchissants majorés par mètre d'épaisseur. Dans le cas contraire sont visibles :

Le type de poutrelle dans les planchers préfabriqués de poutrelles armées ou précontraintes.

Le profil dans les planchers de poutrelles métalliques et JOIST.

Le diamètre et la longueur de l'armature inférieure dans les planchers de poutrelles 'in situ'.

- **Efforts tranchants visibles.**

Cette option se combine avec **Voir efforts dans tous les types de poutrelles**. Si cette dernière est activée, la valeur de l'effort tranchant majoré par mètre d'épaisseur au bord de l'appui est visualisée. Dans le cas contraire sont visualisés :

Le type de treillis dans les poutrelles préfabriquées armées.

Le diamètre et la séparation de l'armature à l'effort tranchant dans les planchers de poutrelles 'in situ'.

- **Barres d'armature inférieure de planchers coulés sur site.**

Permet de voir les renforts d'armature inférieure des poutrelles 'in situ'. Cette option n'est pas disponible si est activée l'option Voir efforts dans tous les types de poutrelles.

- **Voir efforts dans tous les types de poutrelles.**

Si l'option est activée, les moments positifs et les efforts tranchants apparaissent à la place du type de poutrelle (chaque fois que les options **Moments/Types Visibles** ou **Efforts tranchants visibles** sont activées).

- **Voir regroupements.**

Lorsque cette option est activée, apparaissent quelques uns des efforts/types de poutrelles du groupe (poutrelles identiques).

- **Armature supérieure.**

- Voir détail du pliage des barres. Seulement dans le cas des planchers inclinés. Un schéma de pliage se dessine à côté de la barre.
- Voir marque de pliage des barres. Seulement dans le cas des planchers inclinés. Le point de pliage est indiqué par une petite ligne perpendiculaire à l'axe de la barre.

7.2.1.2. Egaliser

Cette option se trouve dans le menu **Poutrelles** de l'onglet **Résultats**.

Les poutrelles sont regroupées de façon à ce que toutes celles faisant partie d'un groupe vérifient l'expression suivante :

(Moment maximal du groupe – Moment minimal du groupe) < (%) × Moment maximal du groupe

Où % est le pourcentage indiqué par l'utilisateur.

Une fois les poutrelles formant chaque groupe connues, l'égalisation des différentes combinaisons de chacune d'entre elles est réalisée. L'égalisation de combinaisons se fait en chaque point de discrétisation de la poutrelle, suivant ce qu'a sélectionné l'utilisateur et selon le type d'effort :

- **Moments fléchissants :**

- Si l'utilisateur a sélectionné l'option **Egaliser les moments fléchissants au moment maximal**, la valeur maximale de toutes les combinaisons de chacune des poutrelles formant le groupe sera adoptée pour chaque point.
- Si l'utilisateur a sélectionné **Egaliser les moments fléchissants au moment moyen**, la valeur moyenne entre toutes les combinaisons de chacune des poutrelles formant le groupe sera adoptée en chaque point.

- **Effort Tranchant :** La valeur maximale de l'effort tranchant entre toutes les combinaisons de chacune des poutrelles formant le groupe sera adoptée en chaque point.

Pour l'égalisation des armatures supérieures, il est nécessaire de fixer un pourcentage de différence et une quantité d'égalisation (maximum ou moyenne). Lorsque vous acceptez ce dialogue, le programme compare le pourcentage d'acier des armatures supérieures de la première poutrelle du plancher avec celui de la suivante. Si le pourcentage de différence est inférieur à celui sélectionné, les deux sont égalisés sur le ratio supérieur (dans le cas où ce critère est sélectionné), ou bien à la moyenne des deux armatures analysées. Par la suite, l'armature du groupe est comparée avec celle de la poutrelle suivante du plancher. Par itération, toutes les poutrelles du plancher sont analysées. Ce processus est réalisé dans chacun des planchers

de l'ouvrage afin d'obtenir des armatures plus uniformes et constructives.

7.2.1.3. Erreurs

Les poutrelles ayant des erreurs de flèche, d'effort tranchant ou présentant un quelconque problème se dessinent en rouge. Pour connaître l'erreur exacte, cliquez **Poutrelle** > **Erreur** puis sur la poutrelle désirée et le programme vous indiquera le problème rencontré.

Les erreurs de poutrelles peuvent être les suivantes :

- **En positifs (armature inférieure) :**

- Limites de flèche. Lorsque la flèche instantanée, totale à long terme ou active est dépassée (pour le poids propre, la charge d'exploitation ou l'ensemble). Il est conseillé d'augmenter l'épaisseur du plancher.
- Moment positif en appui de poutrelle. Articulez le plancher ou étudiez la continuité de l'armature inférieure.
- Epaisseur du plancher insuffisante pour supporter la flexion. Il est conseillé d'augmenter l'épaisseur du plancher.
- Aucune poutrelle permettant de supporter le moment positif maximal n'a été trouvée parmi les poutrelles armées ou précontraintes. Il est conseillé d'augmenter l'épaisseur du plancher.
- La largeur de nervure interdit l'armature par compatibilité avec la séparation des barres et le recouvrement. Dans les poutrelles 'in situ'. L'armature de positifs ne rentre pas dans la largeur de nervure. Il est conseillé d'augmenter la largeur du plancher.
- Il n'y a pas de profils de la série vérifiant les conditions avec la géométrie du plancher et du treillis. Cela arrive pour des poutrelles métalliques probablement du fait de l'introduction d'un entre axe ex-

cessif par rapport à la largeur du treillis, de telle façon qu'il n'est pas possible de l'appuyer sur les ailes du profil.

- Aucun profil vérifiant toutes les conditions n'a été trouvé. Poutrelles métalliques et JOIST. Il est conseillé d'augmenter l'épaisseur du plancher.

- **En négatifs.**

- Section insuffisante par moment négatif. La zone comprimée ne résiste pas aux compressions produites par le moment négatif. Le problème reste le même lorsqu'elle est massive. Il est conseillé d'augmenter la largeur du plancher.
- Moment négatif excessif. L'armature de négatif résultant de l'excès de moment fléchissant dans la poutrelle n'est pas dimensionnée (le programme dimensionne le négatif dans la zone de la poutrelle, entre les faces des poutres, avec le moment et en appui, c'est-à-dire à l'intérieur de la poutre avec la section d'acier nécessaire). Il est conseillé d'augmenter l'épaisseur du plancher.
- Aire nécessaire de négatifs. L'armature négative n'a pas été dimensionnée du fait de la section excessive en cm^2 à l'appui de la poutrelle (le programme dimensionne l'armature négative dans la zone de la poutrelle, entre les faces des poutres, avec le moment et en appui, c'est-à-dire à l'intérieur de la poutre, avec la section d'acier nécessaire). Il est conseillé d'augmenter l'épaisseur du plancher.
- Armature négative en dehors de la table. Dans les poutrelles 'in situ' en béton et génériques. L'armature négative définie dans la table d'armatures est insuffisante, le programme calcule cependant l'armature nécessaire. Il est conseillé d'augmenter l'épaisseur plutôt que de modifier la table d'armatures.
- L'armature n'est pas définie dans le plancher. La flèche n'est pas calculée. En modifiant l'armature

négative pour d'autres non présentes dans le programme, la flèche ne peut logiquement pas être calculée.

- Section insuffisante pour moment négatif.
- Massif supérieur à deux fois l'épaisseur. Dans les poutrelles de béton générique et 'in situ'. Il est conseillé d'augmenter l'épaisseur.
- Massif supérieur à 20% de la portée libre. Idem au cas précédent.
- Les extrémités encastrées ou en continuité à ce type de poutrelle ne sont pas dimensionnées. Dans les poutrelles métalliques et JOIST. Bien que les planchers soient automatiquement articulés aux bords, dans le cas de poutrelles en porte-à-faux, le programme réalise une continuité avec le plancher intérieur pour qu'il y ait un équilibre local. L'armature négative n'est pas dimensionnée.
- Effort tranchant. L'effort tranchant calculé ne peut pas être résisté par la section de béton. Il est conseillé d'augmenter l'épaisseur du plancher.

7.2.1.4. Information

Cliquez sur l'option **Poutrelles > Information** puis sur la poutrelle désirée. La flèche dans les poutrelles est visible. Cette option est analogue à l'option **Information de poutres**.

7.2.1.5. Attribuer

Permet de modifier les armatures positives calculées de la poutrelle. Dans tous les cas expliqués par la suite, le bouton **Sélectionner** ferme la fenêtre et vous permet d'appliquer l'option correspondante à la poutrelle sur laquelle vous cliquez. Pour l'assigner, cliquez sur **Attribuer** puis sur la première et la dernière poutrelle à assigner. Les poutrelles sélectionnées se colorent en jaune.

- **Poutrelles génériques en béton.** Permet d'introduire le moment fléchissant et les efforts tranchants extrêmes sur la poutrelle sélectionnée pour, par exemple, égaliser manuellement différents moments et efforts tranchants de poutrelles.



Fig. 7.38

- **Poutrelles préfabriquées armées.** Permet de modifier :
 - Le type de poutrelle à l'intérieur de la série.
 - Le treillis de renfort à l'effort tranchant.
 - Les efforts partiels. De trois manières différentes : longueur complète, longueur donnée à spécifier ou bien par pourcentage de longueur. A l'écran et en plan, celui-ci sort toujours en pourcentage, indépendamment de la façon dont le renfort a été spécifié.



Fig. 7.39

- **Dans les poutrelles préfabriquées précontraintes.** Permet de changer le type de poutrelle à l'intérieur de la série.



Fig. 7.40

- **Dans les poutrelles 'In situ'.** Permet de modifier l'armature positive et de renfort à l'effort tranchant. La modification des longueurs des barres n'est pas permise si celle-ci est telle qu'elle fasse sortir ces dernières des faces libres ou extérieures des poutres. Jusqu'à deux renforts d'armature longitudinale peuvent être spécifiés. Dans l'armature à l'effort tranchant, la longueur de la zone armée est convertie en un nombre de barres en fonction de la séparation.

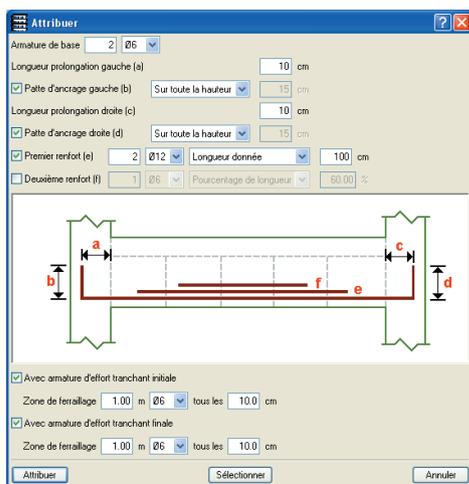


Fig. 7.41

- **Dans les poutrelles métalliques.** Permet de changer le profil à l'intérieur de la série.

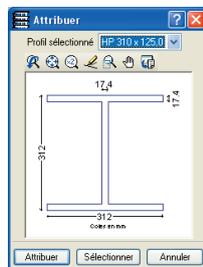


Fig. 7.42

- **Dans les poutrelles JOIST.** Permet de changer le profil à l'intérieur de la série, que ce soit pour chacun des cordons ou pour les diagonales.

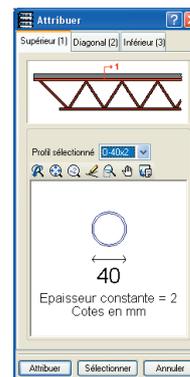


Fig. 7.43

7.2.2. Dalles et Planchers réticulés

Dans le rapport final de calcul, si, dans la structure, il y a des planchers en dalle massive ou réticulaires, le texte suivant apparaît : 'NOTE : le programme ne calcule pas les flèches des planchers en dalle massive ou réticulaires. Il est recommandé de consulter le manuel et le mémoire de calcul pour l'estimation de celles-ci.'

De plus, s'il existe des profils métalliques dimensionnés supérieurs à ceux introduits, un message conseillant de recalculer l'ouvrage apparaît.

7.2.2.1. Permettre l'introduction d'armatures dans les dalles et les planchers réticulés non calculés

Cette option apparaît dans le menu **Calculer**. Elle permet de générer, avec la géométrie actuelle de l'ouvrage, toutes les données nécessaires à l'introduction des armatures dans les dalles massives et dans les planchers réticulés sans avoir à réaliser un calcul complet. En faisant cela, les éventuelles armatures préexistantes seront perdues. Le processus terminé, vous pourrez modifier l'armature.

7.2.2.2. Options du menu Dalles/Planchers réticulés de l'onglet Résultats

• Vues de l'armature

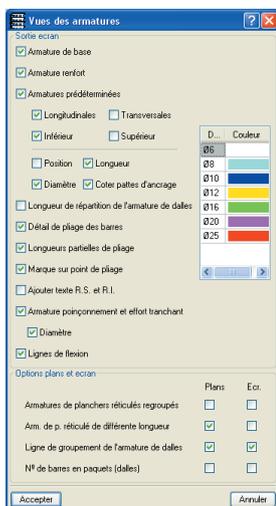


Fig. 7.44

- Détail de pliage des barres. Seulement dans le cas des planchers inclinés. Un schéma de pliage se dessine avec la barre.
- Longueurs partielles de pliage. Seulement dans le cas des planchers inclinés. La longueur de la barre est détaillée des deux côtés du point de pliage.
- Marque sur point de pliage. Seulement dans le cas des planchers inclinés. Le point de pliage est représenté par une petite ligne perpendiculaire à l'axe de la barre.
- Ajouter texte R.S. et R.I. De cette façon, vous ajoutez ces sigles (renfort supérieur et renfort inférieur) près de l'armature traitée.
- Lignes de flexion. Les lignes de flexion introduites sont visibles avec l'option **Dalles/Planchers réticulés > Modifier armatures > Entrer lignes de flexion**.

• Modifier armatures



Fig. 7.45

Modifier diamètre/séparation. Lorsque, dans la fenêtre s'ouvrant, vous cochez table et acceptez, vous verrez apparaître une fenêtre présentant tous les paquets d'armature définis dans la table et vous pouvez cliquer sur l'armature requise et faire apparaître sur le niveau les ensembles d'armature à modifier. Vous pouvez également configurer le nombre de lignes et de colonnes de la table.

Il n'est pas nécessaire de fermer la fenêtre d'armatures tant que les modifications sont en cours afin qu'il soit plus commode et rapide de sélectionner les armatures de la table.



Fig. 7.46

Défaire paquet. Cette option autorise des ensembles d'armatures (barres groupées correspondant à différentes nervures consécutives) en sélectionnant n'importe quelle nervure de l'ensemble.

Maintenir vue des armatures. Cette option permet de voir les armatures activées dans l'option **Da- lles/Planchers réticulés > vues des armatures**, avec ce qui apparaît conjointement à l'armature sélectionnée pour sa modification. Vous pouvez par exemple visualiser l'armature longitudinale inférieure pendant que vous la modifiez et visualiser sa position, ce qui facilite la lecture.

- **Enregistrer une copie du ferrailage de tous les groupes**

Cette option vous permet de garder une copie des armatures de tous les groupes. Cela est par exemple utile lorsqu'une trémie non prévue dans le calcul doit être introduite dans le plancher et que vous ne désirez pas perdre les résultats des armatures calculées. Dans ce cas, les armatures sont d'abord gardées, puis la trémie est réalisée et enfin les armatures sont restaurées.

- **Récupérer une copie du ferrailage de tous les groupes**

Cette option vous permet de récupérer l'armature copiée avec l'option précédente. Si la nouvelle géométrie de niveau est différente, seules sont restaurées les armatures dans la zone où il y a un plancher. Dans les trémies, les armatures sont coupées mais ne possèdent pas de pattes d'ancrage.

- **Copier ferrailage d'un autre groupe**

Il est possible de copier les armatures d'un groupe de niveau à un autre. Vous devez pour commencer vous placer dans le groupe de destination. Si ce dernier possède une géométrie différente du niveau type, seules sont copiées les armatures où il y a un plancher. Dans les trémies, l'armature est coupée mais aucune patte d'ancrage n'est disposée. L'angle et le point de pas de la maille doivent coïncider (pour cela, lors de la définition d'un groupe de niveau, il est pratique de copier le précédent). N'oubliez pas de revoir les barres coupées : leur mettre des pattes d'ancrage, etc.

7.2.2.3. Ajouter renforts à l'effort tranchant autour des panneaux

La nouvelle option Ajouter renforts à l'effort tranchant autour des panneaux (onglet **Résultats**, menu **Da- lles/Planchers réticulaires > Modifier armatures > Armature de poinçonnement > Ajouter renfort à l'effort tranchant autour des panneaux**) permet d'ajouter des groupes de barres de renfort à l'effort tranchant dans les nervures arrivant à un panneau.



Fig. 7.47

Après avoir sélectionné cette option, apparaît une boîte de dialogue dans laquelle vous devez indiquer le nombre, le diamètre et les séparations des barres à introduire.



Fig. 7.48

Une fois ce dialogue accepté, le panneau sur lequel vous positionnez le curseur s'obscurcira. En sélectionnant un panneau avec le bouton gauche de la souris, vous mettrez en place le renfort sélectionné dans les nervures arrivant à ce panneau.

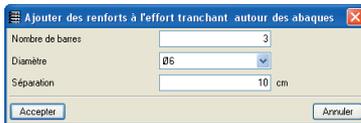


Fig. 7.49

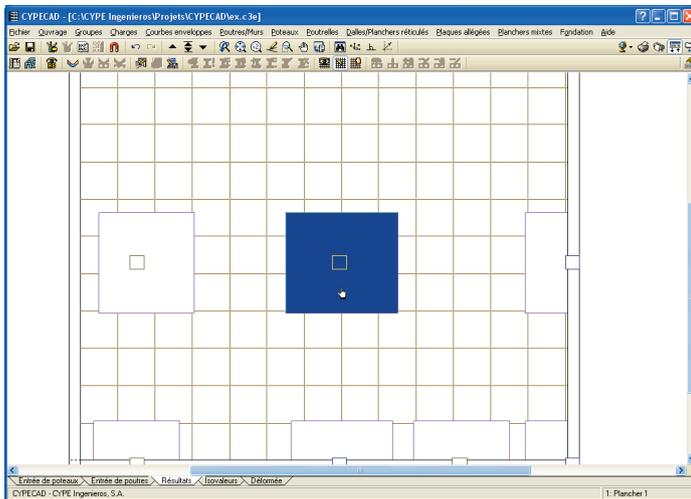


Fig. 7.50

Les nouvelles barres seront ajoutées bien qu'il existe déjà des barres d'effort tranchant dans les nervures arrivant au panneau sélectionné. Si vous désirez substituer les barres existantes par d'autres différentes, vous devez effacer les premières avant d'ajouter les secondes. Pour effacer des renforts existants, l'option détaillée par la suite peut se révéler utile.

- Effacer groupes d'armature de poinçonnement via fenêtre de capture

L'option **Effacer** groupe de la fenêtre **Armature de poinçonnement** (onglet **Résultats**, menu **Dalles/Planchers réticulaires > Modifier armatures > Armature de poinçonnement**) permet de supprimer des groupes de renfort au poinçonnement et à l'effort

tranchant dans les dalles et les planchers réticulaires en les sélectionnant un à un ainsi que d'effacer plusieurs de ces groupes de barres en les sélectionnant avec une fenêtre de capture.

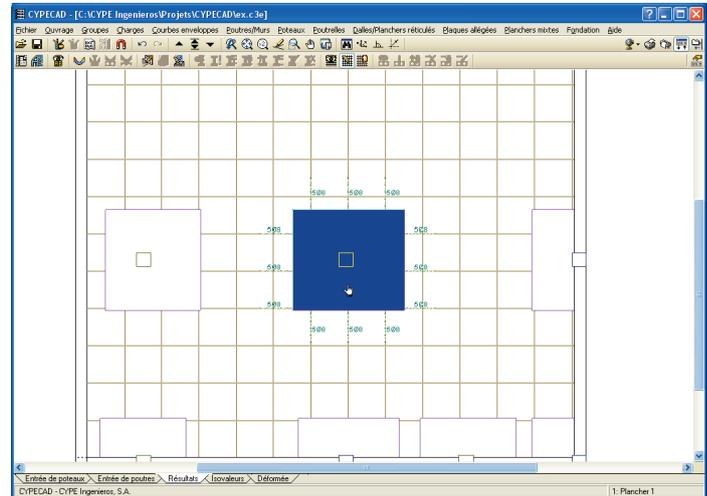


Fig. 7.51

7.2.3. Plaques allégées

7.2.3.1. Vues des plaques allégées

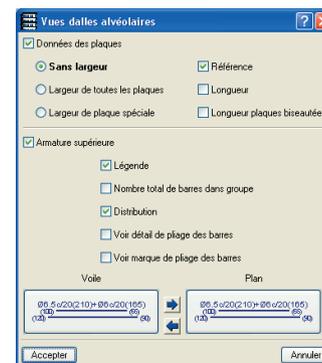


Fig. 7.52

- **Voir détail du pliage des barres.** Uniquement dans le cas de planchers inclinés. Avec la barre, se dessine un schéma de pliage.
- **Voir marque de pliage des barres.** Seulement dans le cas de planchers inclinés. Le point de pliage est représenté par une petite ligne perpendiculaire à l'axe de la barre.

7.2.3.2. Catalogue des plaques allégées

Le programme comprend un catalogue avec les données des propriétés des plaques allégées. Un tableau résumant ces propriétés apparaît dans la liste des données de l'ouvrage.

7.2.4. Planchers mixtes

7.2.4.1. Dimensionnement des planchers mixtes

Le processus de calcul et de dimensionnement se réalise en deux phases :

a) En phase de construction

- Pour le calcul de la résistance du bac, on prend en compte le poids du béton, du bac en acier, et des charges d'exécution. Les charges d'exécution représentent le poids des ouvriers et des équipements de bétonnage et prennent en compte les éventuels impacts ou vibrations pouvant survenir durant la construction.
- Pour le calcul de flèche, les charges d'exécution ne sont pas prises en compte.
- On considère internement un coefficient d'encastrement des planchers avec leurs poutres de contour (nervures isostatiques) de 0.
- Une option existe pour dimensionner le bac dans le cas de non vérification d'un état limite ultime ou d'un état li-

mite de flèche ou bien pour calculer la séparation des étais sans dimensionner le bac. Si le résultat obtenu dans le premier cas est invalide, la séparation des étais est calculée.

b) En phase de service

- En phase de service, on part du bac calculé dans la phase précédente.
- Par défaut, le programme assigne aux planchers un coefficient d'encastrement de 0, pour que la distribution des charges aux poutres métalliques sur lesquelles s'appuie le plancher soit réalisée en accord avec la largeur de bande théorique, et éviter l'apparition de moments positifs dans les appuis intermédiaires. Ce dernier peut uniquement être obtenu, comme il a été expliqué, en assignant un coefficient d'encastrement de 0, avec indépendance de la raideur des poutres, ou bien en prédimensionnant correctement les poutres. Une fois le premier calcul réalisé et les poutres dimensionnées, l'utilisateur peut changer le coefficient d'encastrement (entre 0 et 1) et relancer le calcul. Si l'utilisateur assigne un coefficient d'encastrement distinct de 0, deux choses peuvent arriver :

1. Dans la phase précédente, un plancher sans étais (autoportant) a été obtenu et il est possible de trouver un bac satisfaisant les conditions. Dans ce cas le plancher doit être calculé uniquement avec la charge additionnelle postérieure à l'exécution du plancher, constituée des charges mortes et de la charge d'exploitation, étant donné que le bac supporte le poids propre du plancher.

Le programme prend approximativement en compte ces charges en appliquant des coefficients d'encastrement dans les planchers en continuité, qu'il calcule et applique internement. A titre indicatif, la valeur du coefficient d'encastrement pour assi-

gner les planchers dépend de la relation entre le poids propre du plancher et la charge totale, en supposant un état de charge uniforme.

La valeur du coefficient d'encastrement serait :

Coeff. encastrement =

$$= \text{Coeff. encastrement utilisateur} \times \left(1 - \frac{\text{poids propre plancher}}{\text{charge totale}} \right)$$

2. Dans la phase précédente, un plancher avec étaie-ment a été obtenu. Dans ce cas, le programme considère en charge de service la totalité de la charge (charge permanente + charge d'exploitation).

- Une option permet de dimensionner optionnellement le bac. Vous pouvez également choisir de dimensionner l'armature positive, aussi bien si vous avez choisi de dimensionner le bac mais qu'aucun n'a été trouvé dans la série, que si vous n'avez pas demandé le dimensionnement du bac. Dans les deux cas, s'il est armé de positifs, la collaboration du bac n'est pas considérée.
- Lorsqu'il est nécessaire de placer une armature inférieure dans le béton, on placera au moins une barre dans chaque nervure.

La résistance d'une dalle mixte sera suffisante pour supporter les charges de calcul et pour assurer qu'aucun état limite de rupture n'est atteint. Les ruptures peuvent être les suivantes :

- **Section critique I.** Flexion : valeur de calcul du moment fléchissant ultime au centre de la travée. Cette section peut être critique s'il y a une connexion totale à l'interface du bac et du béton.
- **Section critique II.** Effort rasant : La résistance de la connexion est déterminante. La valeur de calcul du moment fléchissant ultime dans la section 1 ne peut pas

être atteinte. Cette situation est définie comme connexion partielle.

- **Section critique III.** Effort tranchant vertical et poinçonnement : valeur de calcul de l'effort tranchant ultime joint à l'appui. Cette section sera seulement critique dans certains cas, par exemple, dans les dalles de grande épaisseur et de petites portées avec des charges relativement grandes.

La valeur de calcul du moment fléchissant résistant d'une section se détermine d'après la théorie du moment résistant plastique d'une section avec connexion complète.

Pour l'obtention de l'aire efficace du bac d'acier, la largeur des liaisons et encoches du bac est négligée, si bien que cette donnée est celle indiquée dans la fiche du bac validé par l'utilisateur.

Le programme calcule la valeur de calcul du moment résistant positif d'une dalle mixte, selon que la fibre neutre est située sur ou dans le bac.

Pour le calcul de l'effort rasant, on détermine la valeur de calcul de l'effort tranchant ultime qui est, en partie, fonction des coefficients 'm-k', fournis par le fabricant du bac. Ce calcul correspond aux dalles sans ancrage extrême. Il ne prend pas en compte l'existence d'un ancrage extrême, c'est-à-dire de boulons sur la poutre mixte.

La valeur de calcul de l'effort tranchant résistant d'un plancher mixte est déterminée.

Le poinçonnement face aux charges concentrées n'est pas analysé.

La fissuration n'est pas analysée dans les zones de moment fléchissant négatif.

Pour le calcul des flèches, la méthode de Branson est appliquée, étant donné que l'armature supérieure (négative)

et l'armature inférieure (le bac ou une armature positive) sont connues.

Dans les options de calcul du programme, les coefficients de flèche en phase de construction et en phase de service sont définis.

Comme il a été dit précédemment, le programme vérifie et dimensionne de façon à ce que les limites de flèche définies en phase constructive ne soient pas dépassées, en augmentant l'épaisseur du bac ou en plaçant des étais. En phase de service, seule la flèche est vérifiée, le bac n'est pas dimensionné pour les limites de flèche définies en phase de service, étant donné que ce qui peut résoudre ce problème est une augmentation de l'épaisseur totale du plancher.

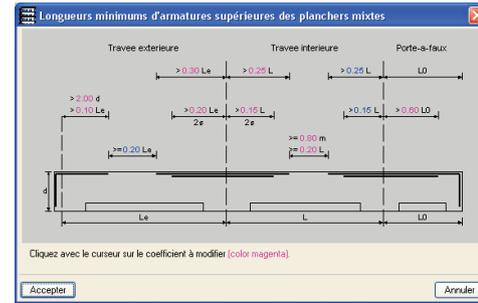
Des tables d'armature spécifiques pour l'armature supérieure et inférieure ont été créées. Vous y accédez en cliquant sur les options des barres dans la fenêtre **Données générales** du menu **Ouvrage**.

Dans le menu **Ouvrage > Options des planchers**, il y a plusieurs options spécifiques de dalles mixtes mais similaires à celles des planchers de poutrelles :

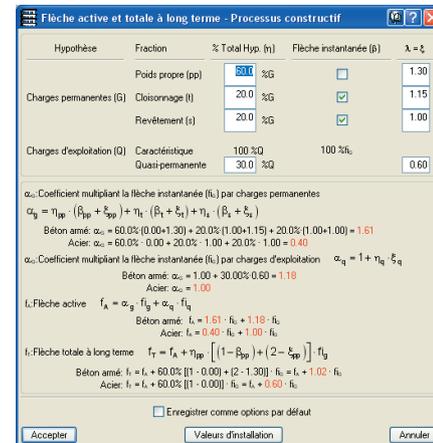
- Quantité minimale d'armatures supérieures dans les dalles mixtes.



- Longueurs minimales d'armatures supérieures dans les dalles mixtes.



- Coefficients de fluage – flèche active et totale à long terme pour dalles mixtes.



- Limites de flèche dans les planchers mixtes.

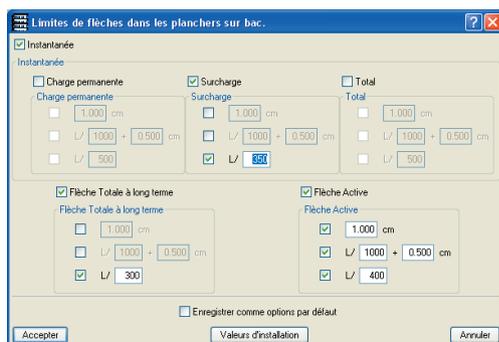


Fig. 7.56

- Paramètres des planchers sur bac lors de la construction. Les options suivantes sont disponibles :

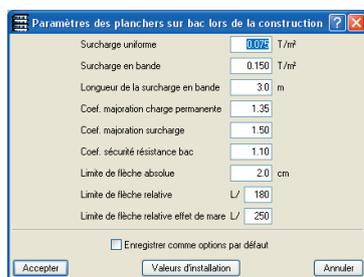


Fig. 7.57

- **Surcharge uniforme.** Charge en bande et longueur de charge en bande. Les charges d'exécution représentent le poids des ouvriers et des équipements de bétonnage, ainsi les éventuels impacts ou vibrations pouvant se produire pendant la construction. Sur chaque nervure et sur une longueur de 3 m (ou de la portée du plancher si elle est inférieure), on ajoute le poids du béton (poids qui prend en compte l'effet de marée s'il existe) une charge de 0,150 t/m², qui englobe la charge caractéristique d'exécution et les surépaisseurs de béton

(amoncellement local). Cette charge se situe au centre de la portée pour produire le moment fléchissant maximum, étant donné qu'en phase d'exécution la portée est isostatique. Sur le reste de la portée on ajoute au poids du béton une charge caractéristique de 0.075 t/m².

- **Coeff. majoration charge permanente et surcharge.** Les coefficients de sécurité partiels pour les actions dans des structures de bâtiments en situations de projet permanentes ou transitoires sont de 1,35 pour des actions permanentes et de 1,50 pour des actions variables.
- **Coeff. sécurité résistance bac.** Le coefficient de sécurité partiel pour la résistance du bac collaborant doit être de 1,10 pour la phase d'exécution. En phase de service, il doit également être de 1,10, bien que dans ce cas, le coefficient ne puisse pas être modifié.
- **Limite de flèche absolue et limite de flèche relative.** Flèche maximale du bac due à son poids propre et au poids du béton frais (comprenant la surépaisseur de béton correspondante s'il y a un effet de marée). Le programme vérifie et dimensionne pour que les limites de flèche définies en phase constructives ne soient pas dépassées, en augmentant le bac ou en plaçant des étais. En phase de service, il suffit de vérifier la flèche, le bac n'est pas dimensionné pour les limites de flèche définies, étant donné que pour résoudre le problème, il faudrait augmenter l'épaisseur totale du plancher.
- **Limite de flèche relative à l'effet de marée.** Flèche maximale relative du bac soumis à son poids propre et au poids du béton frais. Si cette limite de flèche maximale relative est dépassée, ou si la limite de l'option 'Limite de flèche absolue' est dépassée, un nouveau poids du béton est calculé, ajoutant à son épaisseur la flèche obtenue multipliée par 0,7.

- Dimensionnement des planchers mixtes. Vous disposez des options suivantes :



Fig. 7.58

- **Planchers mixtes (en phase construction).** Cette option se réfère au calcul du bac en phase constructive, lorsqu'il supporte seul la charge de béton frais plus la charge d'exécution.

Sélectionner un profil ne requérant pas d'étais en phase construction. Si vous n'activez pas cette option, le programme ne dimensionne pas le bac en phase constructive, c'est-à-dire que si le bac mis en place par l'utilisateur ne vérifie pas les états limites ultimes ou de service, le programme calcule la distance entre les étais pour que le bac convienne. Si vous activez cette option, le programme dimensionne le bac en phase construction, c'est-à-dire que si le bac mis en place par l'utilisateur ne vérifie pas les états limites ultimes ou de service, alors le bac est dimensionné de façon à ce qu'il les vérifie. Néanmoins, si aucun bac convenable n'est trouvé, celui mis en place par l'utilisateur est conservé et la distance entre les étais est calculée.

- **Planchers mixtes sur bac collaborant.** Ces options se reportent au calcul du bac collaborant en service, lorsqu'il est combiné avec le béton pour former une dalle composée ou mixte :

Maintenir le bac introduit et placer des barres inférieures de renfort si nécessaire. Le pro-

gramme vérifie le bac résultant de la phase constructive. S'il ne convient pas, il dimensionne l'armature inférieure nécessaire.

Dimensionner l'épaisseur du bac. Le programme vérifie le bac résultant de la phase constructive. S'il ne vérifie pas toutes les conditions, une épaisseur suffisante est recherchée dans la série. Dans le cas où l'option **Si le profil maximal n'est pas suffisant, mettre des barres inférieures de renforts** est activée lorsqu'il n'y a pas d'épaisseur valide dans la série, l'armature inférieure nécessaire est dimensionnée, le bac de la phase constructive étant maintenu ; et dans le cas où elle n'est pas activée et qu'aucun profil convenable n'est trouvé, le programme vous en avertit avec l'option **Planchers mixtes > Erreurs**.

7.2.4.2. Résultats des planchers mixtes

- **Vues.** Cette option permet de configurer les données de positifs et négatifs que vous désirez observer à l'écran et la légende des armatures sera sélectionnée en plan et à l'écran.

L'armature inférieure est réalisée par nervure tandis que la supérieure est uniforme pour toute la largeur de bande.

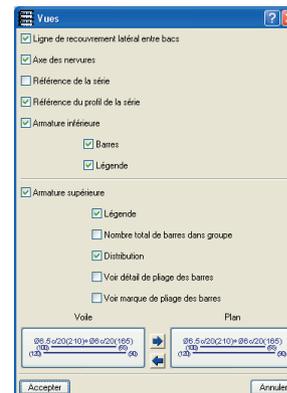


Fig. 7.59

- **Erreurs.** S'il existe une erreur dans un plancher de dalle mixte, celui-ci apparaît en rouge. Pour la connaître, cliquez sur un plancher et le programme vous renseignera sur l'erreur. Vous disposez également d'une fenêtre avec deux boutons d'avance et de recul permettant de consulter séquentiellement les erreurs des planchers.

- Limite de flèche active: 12.695cm (L/58)
 - Erreur en phase d'exécution:
 Portée maximum du plancher = 7 m.
 L'épaisseur du bac n'est pas suffisante pour pouvoir travailler sans étaielement.
 Distance maximum entre files d'étais = 1.95 m.

Fig. 7.60

- **Information.** Apparaît :

Le nom du fabricant, le type de bac et l'épaisseur totale du plancher.

Si, d'après le calcul, le plancher nécessite des étais en phase d'exécution, est indiquée la séparation maximale entre ces derniers.

La portée de calcul en phase exécution (dans le cas où des étais sont nécessaires, se sera la distance entre ceux-ci).

La flèche en phase d'exécution.

La portée de calcul en phase de service (distance entre appuis).

Les flèches en phase de service. Dans le cas où la flèche en phase de service serait trop grande, celle-ci se dessine en rouge. Il est rappelé que le programme réalise le dimensionnement en phase d'exécution de façon à ce que les limites du bac ne soient pas dépassées (en augmentant l'épaisseur du bac ou en plaçant des étais). En phase de service le problème peut uniquement être résolu en augmentant l'épaisseur du plancher.

EUROMODUL44 position u, 0.75mm, 15.0 cm
 Mettre file d'étais tous les 1.95 m
 Flèche en phase constructive:
 Portée: 1.95 m
 Instantanée: 1.002cm (L/195)
 Flèches en service:
 Portée tot.: 7.35 m
 Inst. expl.: 1.254cm (L/587)
 Tot.Ig.terme: 18.813cm (L/40)
 Active.....: 12.695cm (L/58)

Fig. 7.61

Attribuer bac (positif/inférieur). Permet d'assigner le type de bac sélectionné pour un ou plusieurs planchers pour, par exemple, réaliser une égalisation manuelle une fois l'ouvrage calculé.

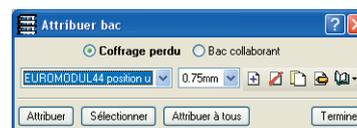


Fig. 7.62

Attribuer armatures (inférieure). Permet d'assigner le type d'armature inférieure à une ou plusieurs nervures pour réaliser une égalisation manuelle lorsque l'ouvrage a été calculé.

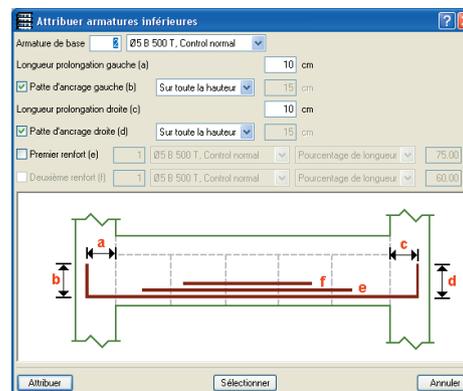


Fig. 7.63

Modifier position (armatures inférieures). Permet de déplacer l'armature d'une bande à un autre point à l'intérieur de cette même bande. Cela peut être utile lorsque la légende de l'armature interfère avec un autre texte.

Effacer armatures (inférieures). Permet de supprimer les armatures inférieures.

Modifier (armatures supérieures). Cette option permet de modifier la séparation, le diamètre et la longueur des barres. Vous pouvez également ajouter ou supprimer des couches d'armatures.

Une fois les barres que vous souhaitez modifier sélectionnées, s'ouvre une fenêtre indiquant les différentes valeurs, selon les caractéristiques de l'armature supérieure sélectionnée.

Les longueurs sont toujours calculées depuis l'axe de la poutre la plus proche jusqu'à l'extrémité libre de l'armature, sauf dans le cas des pattes d'ancrage où est indiquée la longueur pliée.

Attribuer (armatures supérieures). Permet d'assigner le type d'armature supérieure sélectionné à un ou plusieurs planchers.

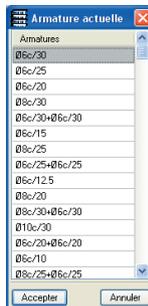


Fig. 7.64

Introduire (armature supérieure). Lorsque cette option est sélectionnée, la fenêtre **Armature actuelle** s'ouvre. Si ce

n'est pas le cas, cliquez sur le bouton droit de la souris pour la faire apparaître. Le bouton **Long. def.** permet de définir les longueurs fixes des barres que vous désirez introduire. Cliquez sur **Accepter** puis sur le niveau, dans une zone où les armatures ont précédemment été effacées, du point initial au point final où vous souhaitez introduire l'armature.



Fig. 7.65

Effacer (armatures supérieures). Permet d'éliminer les armatures supérieures.

Modifier position (armatures supérieures). Permet de déplacer l'armature d'une bande à un autre point de cette bande. Cela peut être utile lorsque l'armature de cette bande interfère avec un autre texte.

Données du plancher. Cette option est exactement la même que celle présente dans l'onglet **Entrée des poutres**.

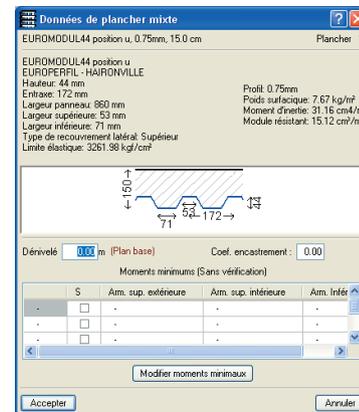


Fig. 7.66

7.2.5. Diagrammes des efforts

Dans le menu **Courbes enveloppes** de l'onglet **Résultats**, se trouvent les options **Efforts dans poutrelles**, **Efforts dans plaques allégées** et **Efforts dans dalles mixtes**. Ces options permettent de consulter les enveloppes des efforts (Moments, Efforts Tranchants et Torseurs), les efforts par hypothèses simples et par combinaisons.

Si vous activez l'option **Hypothèse** ou **Combinaison**, il apparaît un menu déroulant dans lequel il est possible de sélectionner l'hypothèse ou la combinaison désirée. Si une hypothèse de séisme dynamique est sélectionnée, vous verrez apparaître un autre menu déroulant dans lequel vous pourrez sélectionner le **Mode de vibration** de la structure.

Après avoir accepté la boîte de dialogue, vous devez cliquer gauche avec la souris sur les alignements de poutres, poutrelles, planchers de plaques allégées ou dalles mixtes pour consulter le ou les graphiques des efforts que vous souhaitez.

7.3. Plans et Récapitulatifs

7.3.1. Dalles mixtes

7.3.1.1. Récapitulatifs

Il est possible d'obtenir les listes de planchers mixtes suivantes :

- Liste des efforts de planchers mixtes
- Quantitatif des planchers mixtes
- Quantitatif des armatures de planchers mixtes

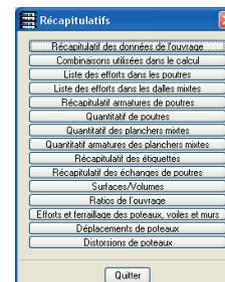


Fig. 7.67

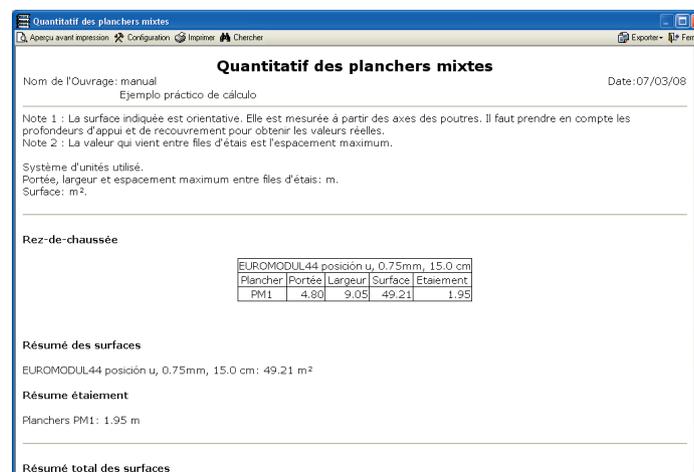


Fig. 7.68

D'autre part, les données du plancher apparaissent dans **Récapitulatifs des données de l'ouvrage** et les mesures dans **Ratios de l'ouvrage**.

7.3.1.2. Plans

Dans la configuration du plan du niveau, apparaît l'onglet **Planchers mixtes**, dans lequel vous trouverez tous les éléments relatifs à ces derniers.

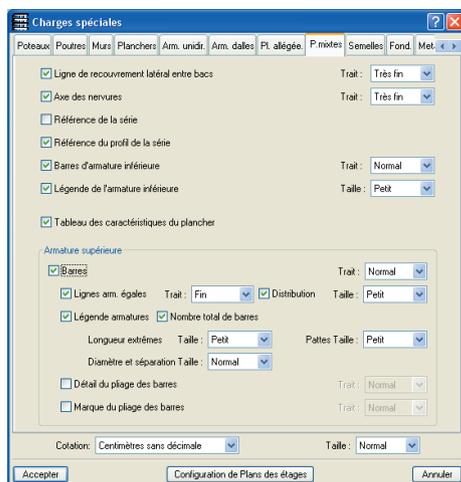


Fig. 7.69

7.3.2. Poutrelles

7.3.2.1. Liste des efforts dans les poutrelles

Permet de dessiner les enveloppes des moments, efforts tranchants et torseurs de chacun des alignements de poutrelles. Apparaît également, avec chaque groupe d'enveloppe et en rouge, un schéma du niveau et de la poutrelle en question.

Il est possible de sélectionner le groupe de niveau pour lequel vous souhaitez voir les données.

7.3.2.2. Quantitatif des poutrelles

Permet d'obtenir les mesures des armatures des poutrelles, par mètre linéaire et le poids (les chutes étant incluses). Les armatures négatives, positives et les renforts à l'effort tranchant des poutrelles 'in situ' sont mesurés (dans le renfort à l'effort tranchant, la longueur totale ou le développement du renfort en forme d'escalier).

7.3.3. Planchers inclinés

L'obtention de plans se réalise au moyen du menu **Fichier > Imprimer > Plans de l'ouvrage > Plan du niveau**.

La valeur de la tangente à la pente s'affiche avec le texte de dénivelé en un point du plancher incliné. Il est également possible de dessiner le schéma du niveau. Dans l'onglet **Autres de Configuration des plans** se trouve une section **Schéma de niveau** (uniquement s'il y a des planchers inclinés) dans laquelle vous pouvez indiquer la taille du cassetin de ce schéma où apparaissent les poteaux, les axes des poutres et les flèches des pentes.

8. Escaliers

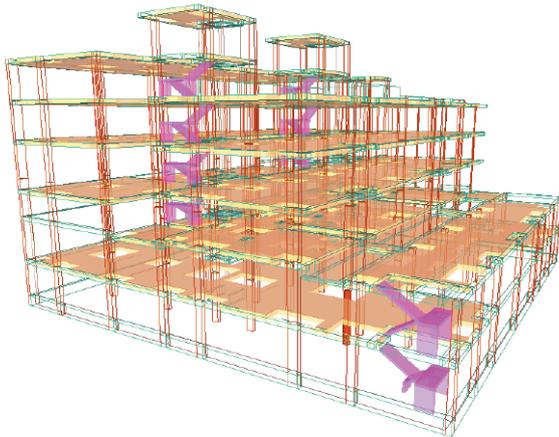


Fig. 8.1

8.1. Information générale

Le module relatif aux **Escaliers** calcule et dimensionne les armatures des dalles d'escaliers comme des éléments isolés de la structure. Selon la géométrie, le type et la disposition des appuis et les charges gravitationnelles appliquées, le programme détermine les réactions sur la structure principale, qui se traduisent par des charges linéaires et superficielles (pour les élévations) dans les hypothèses de charge permanente et de charges d'exploitation.

Le programme résout des noyaux d'escaliers dont les tronçons entre niveaux sont constitués de paillasse (parallèles ou orthogonales entre elles) des types suivants :

-  Une paillasse droite
-  Deux volées droites avec palier à demi tournant
-  Trois volées droites avec palier à quart tournant
-  Deux volées droites avec palier à quart tournant
-  Deux volées droites consécutives avec palier intermédiaire
-  « n » volées droites avec paliers à demi tournant
-  « n » volées droites avec paliers à quart tournant

Par « noyau d'escaliers », on entend l'ensemble des tronçons d'escaliers entre niveaux qui définissent la circulation verticale d'une zone déterminée d'un bâtiment. Par « volée », il faut comprendre la partie inclinée d'un escalier formée par une succession continue de marches couvrant le dénivelé entre deux plans horizontaux.

On appelle palier le plan horizontal intermédiaire entre deux volées consécutives.

8.2. Localisation du module Escaliers

Pour activer les options relatives aux escaliers se trouvant dans le menu flottant **Escaliers**, cliquez sur **Ouvrage** > **Escaliers** dans l'onglet **Entrée des poutres**.



Fig. 8.2

Il est possible de :

-  Créer un nouveau noyau d'escaliers
-  Editer des noyaux d'escaliers existants
-  Effacer des noyaux d'escaliers
-  Déplacer des noyaux déjà introduits
-  Tourner des noyaux existants
-  Visualiser le détail des armatures de tous les tronçons du noyau
-  Visualiser les déplacements et les efforts via des diagrammes d'isovaleurs

8.3. Introduction des données dans le module Escaliers

8.3.1. Créer un nouveau noyau d'escaliers

Lorsque vous cliquez sur l'icône  du menu flottant **Escaliers**, vous faites apparaître le dialogue **Nouveau noyau d'escaliers**.

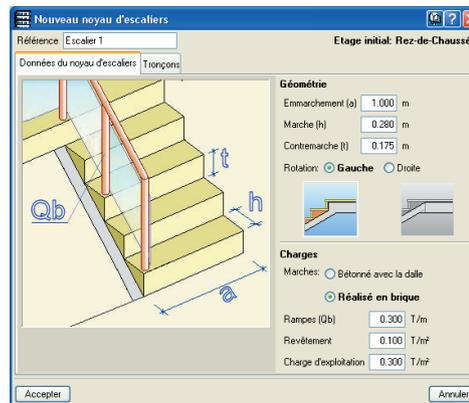


Fig. 8.3

Cette fenêtre possède deux onglets. Dans l'onglet **Données du noyau d'escaliers**, vous pouvez définir les caractéristiques communes à l'ensemble du noyau d'escaliers et dans l'onglet **Tronçons**, les propriétés de chaque tronçon entre niveaux.

Le programme considère que le nouveau noyau introduit au niveau actuel, dont le nom apparaît dans le coin supérieur droit de la boîte de dialogue.

8.3.1.1. Données communes du noyau d'escaliers

Dans l'onglet **Données du noyau d'escaliers**, on définit les caractéristiques géométriques et les charges du noyau d'escaliers.

Ces caractéristiques sont communes à tous les tronçons entre niveaux d'un même noyau d'escaliers. Dans le cas particulier où un noyau d'escaliers possède des valeurs différentes dans ses tronçons (charges différentes par exemple), vous devez les introduire comme deux noyaux.

Caractéristiques géométriques :

- **Emmarchement**

C'est la largeur de l'escalier ou longueur des marches.

- **Marche et Contremarche**

La marche est la largeur moyenne de la partie de l'escalier où l'on pose le pied et la contremarche est la distance verticale entre deux marches consécutives.

- **Rotation**

Vous pouvez sélectionner **Gauche** ou **Droite** suivant le sens de rotation que suit la personne en montant.

- **Formation de la dernière marche**

La dernière marche d'une volée ascendante peut être de deux types :



Le palier ou l'arrivée forment le dernier tronçon.



La dernière marche se forme sur le tronçon incliné.

Charges :

- **Marches**

Le programme permet de sélectionner des marches bétonnées avec la dalle, ou des marches de briques, qui sont les deux options les plus courantes pour la réalisation des marches d'un escalier.

Cette donnée influe sur le calcul des charges permanentes appliquées à l'escalier et dans la mesure du béton utilisé pour sa construction.

- **Charges des rampes, du revêtement et charge d'utilisation**

Le poids des rampes demandé est le poids total, l'utilisateur doit donc introduire cette donnée en prenant en compte le nombre de rampes (une ou deux).

8.3.1.2. Données dans les volées du noyau d'escaliers

Les volées des escaliers sont les parties du noyau d'escaliers allant d'un niveau à un autre et pouvant être composées d'une ou de plusieurs paillasse. Les caractéristiques définies dans les volées peuvent être différentes pour chacune d'entre elles (épaisseur de la dalle, élévation initiale, disposition des volées et paliers, nombre de marches dans chaque volée, largeur du vide d'escalier, élévation dans les paliers, etc.).

Dans le programme, les volées d'escaliers du noyau se définissent de bas en haut en sélectionnant l'onglet **Tronçons** dans la fenêtre **Nouveau noyau d'escaliers**. Après avoir activé cet onglet, la fenêtre **Nouveau noyau d'escaliers** prend l'aspect suivant :

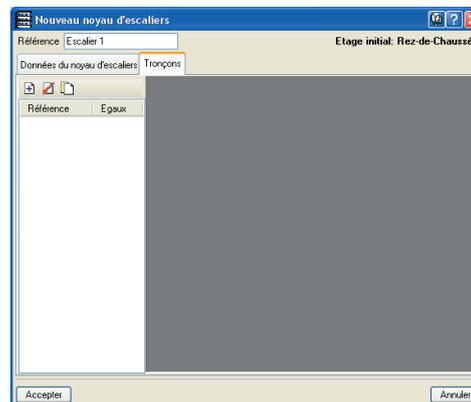


Fig. 8.4

Dans cette fenêtre, vous pouvez ajouter des volées en cliquant sur l'icône correspondante, qui ouvre la boîte de dialogue **Tronçons** :

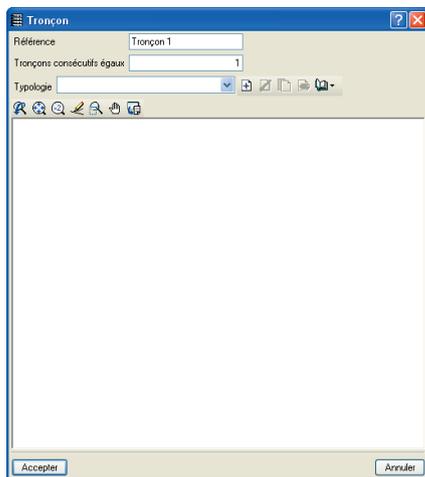


Fig. 8.5

Pour attribuer une typologie à la nouvelle volée d'escaliers, vous pouvez choisir parmi les typologies prédéfinies du programme, en la sélectionnant dans la liste déroulante **Typologie** : ou en créer une nouvelle grâce à l'icône . Cette dernière action ouvre la fenêtre **Créer - [Typologies d'escaliers]** dans laquelle sont définies les caractéristiques de la nouvelle typologie.

L'ensemble des typologies fait partie de la bibliothèque de l'ouvrage, et une même typologie pourra donc être utilisée pour une ou plusieurs volées d'escaliers et par conséquent dans un ou plusieurs noyaux d'escaliers de l'ouvrage.

Le programme permet également d'utiliser des typologies d'escaliers entre différents ouvrages à travers la gestion de la bibliothèque, à partir de laquelle il est possible d'importer et d'exporter des typologies.

Dans la boîte de dialogue **Créer - [Typologies d'escaliers]**, les données suivantes doivent être spécifiées :

- **Référence** de la typologie.
Identifie la typologie de la volée définie.
- **Épaisseur de la dalle**.
L'épaisseur de la dalle est proposée par le programme mais peut être modifiée par l'utilisateur.
Pour que le programme prédimensionne l'épaisseur de la dalle, il suffit de maintenir désactivée la case **Épaisseur de la dalle** ; de cette façon le programme attribue une épaisseur dont la valeur est 1/30 de la portée réelle maximale entre les appuis.
Lorsque la case **Épaisseur de la dalle** est activée, l'utilisateur spécifie manuellement l'épaisseur de la dalle d'escalier.
- **Dénivellation de l'amorce**.
Il est possible d'indiquer un dénivelé (supérieur ou égal à 10 cm) pour l'amorce de chaque volée d'escalier afin de représenter une éventuelle élévation du plancher.
Comme exemples d'application de l'utilisation de cette valeur, nous pouvons citer les cas d'escaliers amorcés en fondation et devant traverser un plancher sanitaire ou l'ensemble empiérement de base plus radier de sous-sol ou encore les escaliers démarrants en paliers surélevés par rapport au niveau correspondant.
- **Élévation initiale**.
S'il existe des marches d'élévation dans l'amorce d'une volée d'escalier, vous devez indiquer le nombre de marches. Une fois l'escalier calculé, le programme applique à la structure une réaction superficielle uniforme correspondant au poids moyen des marches d'élévation dans l'hypothèse de charge permanente. Le programme ne génère pas la charge d'exploitation des marches de rehaussement dans la zone occupée par ce poste dont la surface est située sur un élément structural (par exemple un plancher) qui comporte déjà une charge d'exploitation.

- **Disposition de paillasses et paliers.**

On sélectionne un des types indiqués en introduction.

- **Nombre de marches.**

Selon la typologie de l'escalier sélectionné, le programme demande le nombre de marches de chacun des tronçons qui le composent.

- **Largeur du vide central de l'escalier.**

Cette donnée est seulement demandée s'il existe des paliers à demi-tournant.

- **Élévation au niveau des paliers.**

Si elle existe, il faut indiquer le nombre de marche qui la compose.

- **Définition des appuis dans les paliers.**

Le programme admet que les paliers soient **appuyés** ou **libres** (en porte-à-faux).

Dans le cas de paliers appuyés, les situations des appuis peuvent être :

Frontales

Latérales

Les deux (combinaison des deux précédentes)

- **Type et Largeur de l'appui.** Le programme admet les types d'appuis suivants pour les bords des paliers :

Tirant suspendu : c'est le cas des barres qui maintiennent le bord du palier à l'élément structural (généralement une poutre) situé au niveau supérieur, sur le palier. Le programme demande la largeur pour considérer le poids du mur situé entre le palier et le niveau supérieur.

Mur en maçonnerie (*)

Mur en béton (*)

(*) Leur poids pèse sur l'élément structural du niveau inférieur situé sous le bord appuyé du palier. On considère le poids propre d'un mur d'épaisseur donnée et de hauteur égale à la différence de cote entre le palier et le niveau inférieur. On considère un poids spécifique de 1,60 t/m³ dans le cas d'un mur en maçonnerie et de 2,50 t/m³ dans le cas d'un mur en béton. S'il existe un tronçon de mur ou n'importe quelle autre cloison entre le palier et le niveau supérieur, l'utilisateur doit appliquer au niveau inférieur la charge linéaire correspondant au poids de cet élément.

Connecteurs : il s'agit du cas des connecteurs de l'effort tranchant qui relie les paliers à un élément structural type poutre ou mur, lequel transmet la réaction dans l'axe de la largeur d'appui définie.

Après avoir accepté la boîte de dialogue **Créer - [Typologies d'escaliers]**, on revient à la fenêtre **Tronçon**, où est demandé, dans le champ **Tronçons consécutifs égaux**, le nombre de niveaux consécutifs dans lesquels le noyau d'escaliers possède cette typologie.

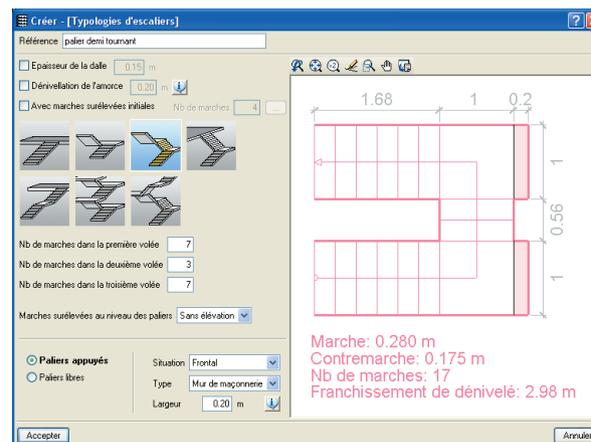


Fig. 8.6

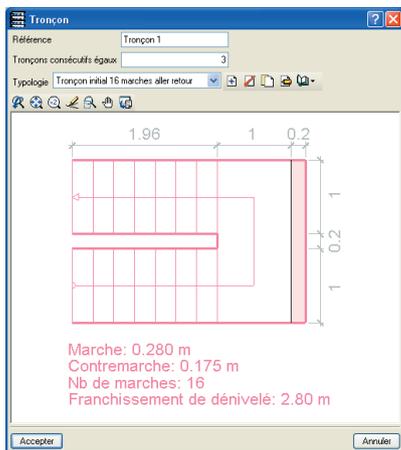


Fig. 8.7

Après avoir accepté, vous revenez à la fenêtre **Nouveau noyau d'escaliers**, qui montre maintenant le nouveau tronçon défini.

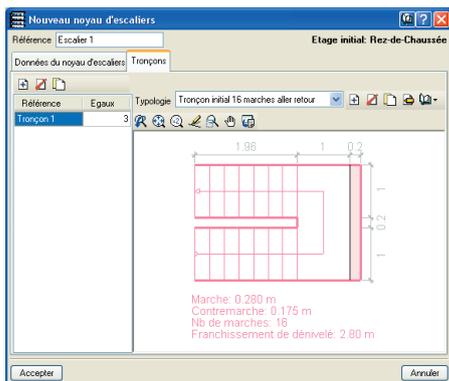


Fig. 8.8

Dans cette fenêtre vous pouvez également indiquer et modifier le nombre de volées consécutives égales.

Par la suite, il est possible de créer plus de volées d'escaliers en suivant le même procédé et en les introduisant de bas en haut. De plus, il est possible d'ajouter une nouvelle volée d'escalier en copiant les données d'une volée antérieure grâce à l'icône  en tête de la liste.

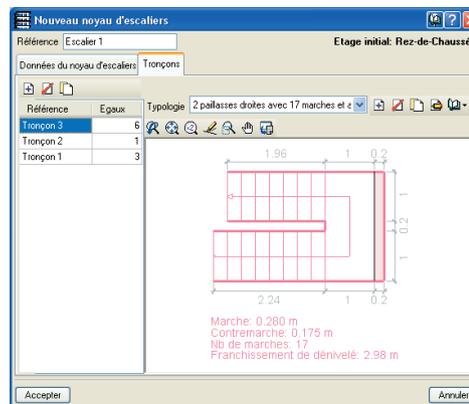


Fig. 8.9

Dans le paragraphe **Outils facilitant la définition de noyaux et de volées d'escaliers**, vous pourrez trouver des indications intéressantes facilitant l'introduction de nouveaux noyaux et volées d'escaliers.

8.3.1.3. Introduction du noyau d'escaliers dans l'ouvrage

Une fois toutes les données du noyau d'escaliers définies (communes et particulières à chaque volée), l'utilisateur doit seulement positionner le noyau dans le niveau actuel.

Pour introduire le noyau d'escaliers, cliquez sur le bouton Accepter du dialogue **Nouveau noyau d'escaliers**. Le programme montrera à l'écran le niveau actuel et la première volée du noyau d'escaliers qui va être introduit se dessinera à côté du curseur.

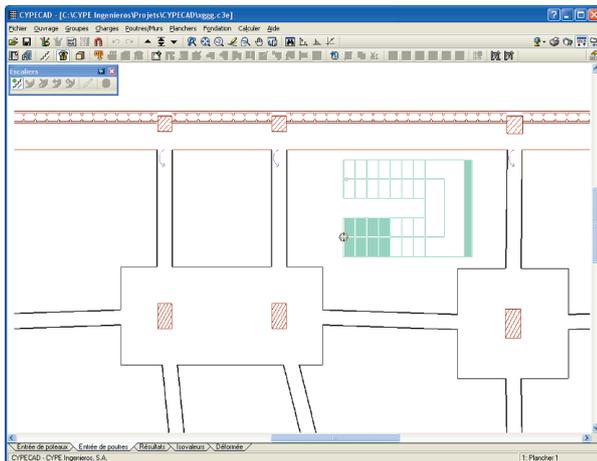


Fig. 8.10

Le noyau d'escaliers se déplace avec le curseur et l'amorce sera positionnée lorsque vous cliquerez gauche avec la souris. Pour vous aider à situer l'amorce du noyau d'escaliers, vous pourrez utiliser les captures de DXF ou DWG.

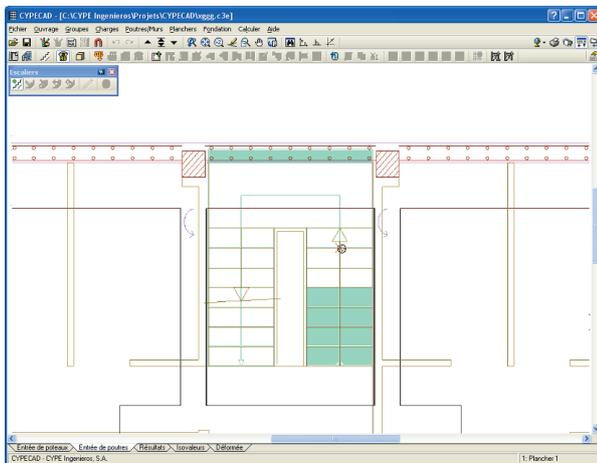


Fig. 8.11

Une fois l'amorce du noyau d'escaliers positionnée avec le bouton gauche de la souris, le noyau tournera autour du point sélectionné.

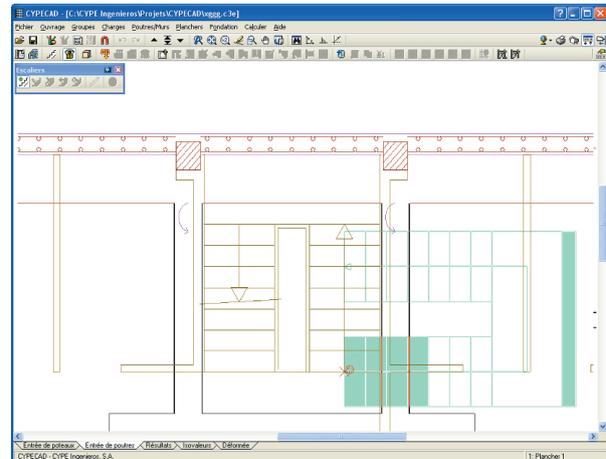


Fig. 8.12

En cliquant de nouveau avec le bouton gauche de la souris en un autre point définissant l'orientation dans le niveau, vous finaliserez l'introduction du noyau d'escaliers.

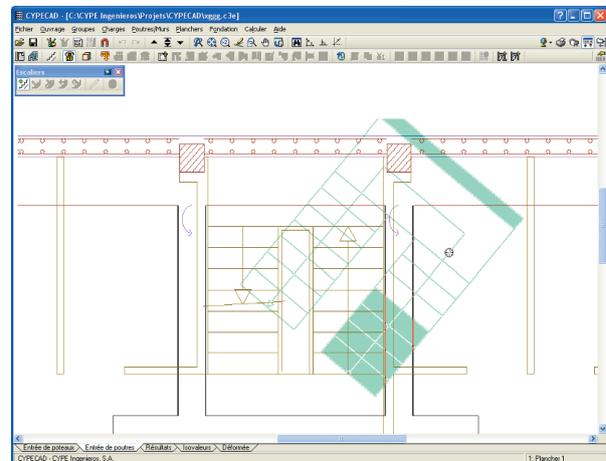


Fig. 8.13

Une fois le noyau d'escaliers inséré, le programme permet de continuer en introduisant de nouveaux noyaux d'escaliers identiques au précédent, dont les références sont numérotées consécutivement. Cliquez sur le bouton droit de la souris pour finaliser l'introduction des noyaux.

S'il existe un problème géométrique dans l'introduction du noyau d'escaliers, le programme l'indique par un message d'erreur apparaissant à l'écran.

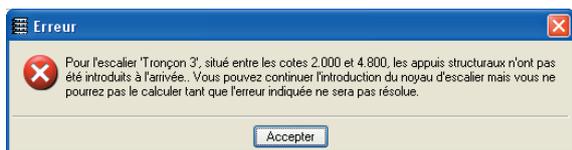


Fig. 8.14

Dans la vue 3D de la structure (menu **Groupe > Vue 3D Niveaux et Vue 3D Bâtiment**) l'utilisateur peut visualiser les noyaux d'escaliers de l'ouvrage, ce qui lui permettra de vérifier l'introduction des données, formes, interférences avec d'autres éléments, etc.

8.3.1.4. Outils facilitant la définition des noyaux et volées d'escaliers

Copier de noyaux d'escaliers

Il existe des structures possédant des noyaux d'escaliers égaux ou similaires, il en résulte qu'il peut être très utile de pouvoir utiliser les données d'un noyau d'escalier déjà introduit pour en créer un nouveau.

Pour cette raison, CYPECAD maintient les mêmes données que celles du dernier noyau introduit tant que vous ne sélectionnez pas un autre ouvrage ou ne sortez pas du programme.

De plus, le programme permet, lors de l'introduction d'un nouveau noyau d'escalier, de copier les données d'un au-

tre noyau déjà introduit visible dans le niveau actuel. Pour cela, sélectionnez l'icône  du menu flottant **Escaliers** et vous verrez apparaître l'option **Copier de**.

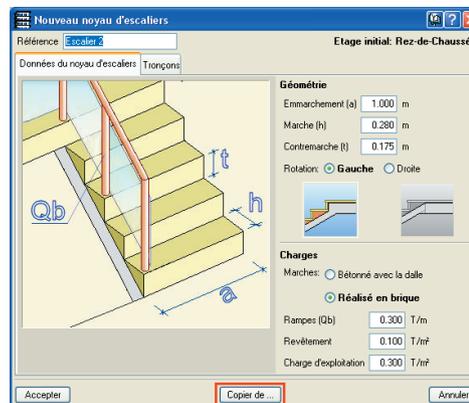


Fig. 8.15

En activant **Copier de**, le niveau actuel apparaît pour permettre à l'utilisateur de sélectionner, avec le bouton gauche de la souris, un noyau d'escaliers déjà introduit et duquel seront prises les données pour être copiées au nouveau noyau. Une fois cela fait, le programme retourne à la fenêtre précédente dans laquelle il est possible de vérifier que les données du noyau d'escalier sélectionné, y compris celle de ses volées, ont été copiées. Par la suite, les données nécessaires à la définition correcte du nouveau noyau d'escaliers pourront être modifiées.

Un exemple mettant en évidence l'avantage de l'option **Copier de** est le cas des structures ayant des noyaux d'escaliers symétriques. Dans ce cas, on définit et on introduit un des noyaux. Le second noyau est copié du premier et on modifie simplement la rotation dans le sens de la montée de l'escalier; il est ainsi complètement défini et il ne reste plus qu'à l'introduire dans la structure.

Typologies de volées d'escaliers prédéfinies

Lorsqu'une nouvelle volée est introduite dans un noyau d'escaliers (dans l'onglet **Tronçon**, en cliquant sur le bouton  de la fenêtre montrée ci-après), apparaît une autre boîte de dialogue dans laquelle il est possible de définir une typologie d'escaliers en cliquant sur le bouton . Au lieu de définir une nouvelle typologie, il est possible de choisir une de celles définies dans la liste déroulante **Typologie**.

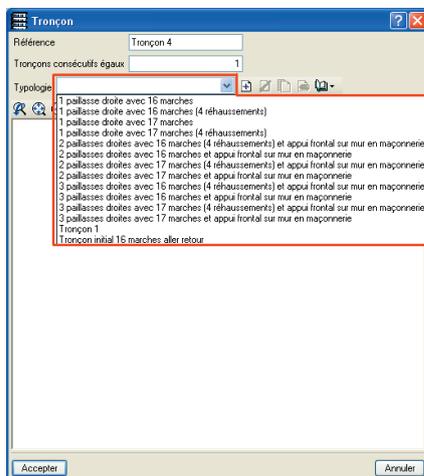


Fig. 8.16

Dans la liste de la figure précédente, apparaissent les typologies prédéfinies du programme et les typologies des volées d'escaliers qui ont été créées dans l'ouvrage.

La sélection de ces typologies peut également se faire depuis la fenêtre **Nouveau noyau d'escaliers**.

Copier de volées à l'intérieur d'un même noyau d'escaliers

Il est possible d'introduire une volée d'escalier en la copiant d'une autre déjà existante dans le même noyau via le bouton **Copier élément sélectionné** et l'ajouter à la liste , situé en tête de la liste des volées du dialogue **Nouveau noyau d'escaliers**.

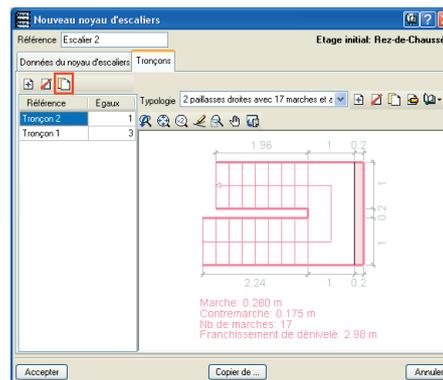


Fig. 8.17

Lorsque vous utilisez cette option, une nouvelle volée avec les mêmes caractéristiques que celle sélectionnée est créée dans la partie supérieure de la liste, ce qui signifie que, physiquement, la nouvelle volée se trouve au-dessus des volées définies antérieurement dans le noyau.

Cet outil présente une grande utilité pour incorporer des volées de caractéristiques similaires au noyau d'escaliers.

Copie et édition de typologies de volées d'escaliers

Pour gérer les typologies des volées d'escaliers, il existe les outils **Copier**  et **Editer** . Ces outils se trouvent en tête du dessin dans le niveau de l'escalier de la fenêtre **Nouveau noyau d'escaliers**.

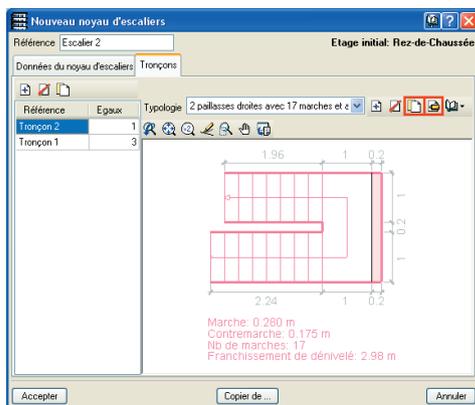


Fig. 8.18

Ils se trouvent également en tête de la fenêtre **Tronçon**.

Le bouton **Copier**  répète les caractéristiques de la typologie montrée dans le dessin dans une nouvelle typologie à laquelle l'utilisateur devra assigner une nouvelle référence. Cela permet de créer rapidement des typologies similaires entre elles.

Le bouton **Editer**  modifie la typologie sélectionnée. Si la typologie éditée est utilisée dans une autre volée de l'escalier, son édition apparaîtra bloquée afin d'éviter l'altération involontaire des volées distinctes de celle éditée. Si cette typologie n'est pas utilisée dans une autre volée, il n'y a aucune restriction quant à l'édition des données qui la définissent.

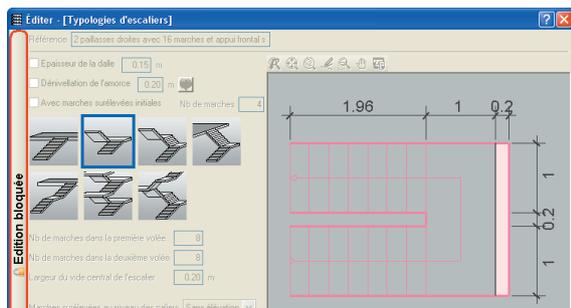


Fig. 8.19

Si l'utilisateur désire réellement éditer cette typologie et, par conséquent, modifier d'autres volées d'escaliers, il doit débloquer l'édition en cliquant sur la barre verticale latérale gauche **Edition bloquée**.

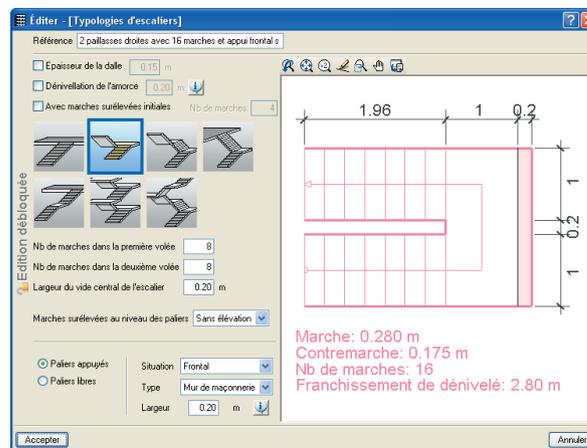


Fig. 8.20

Bibliothèque des typologies de volées d'escaliers

Les typologies de volées d'escaliers peuvent être gardées dans une bibliothèque afin d'être utilisées dans d'autres ouvrages. De cette façon, les ouvrages avec des volées d'escaliers similaires peuvent partager des données sans qu'il soit nécessaire de les introduire de nouveau. L'outil qui gère la bibliothèque de typologies de volées d'escaliers s'active en cliquant sur l'icône **Gestion de la bibliothèque** , située au dessus du dessin dans le niveau de l'escalier de la boîte de dialogue **Nouveau noyau d'escaliers** et dans l'onglet **Tronçon**.

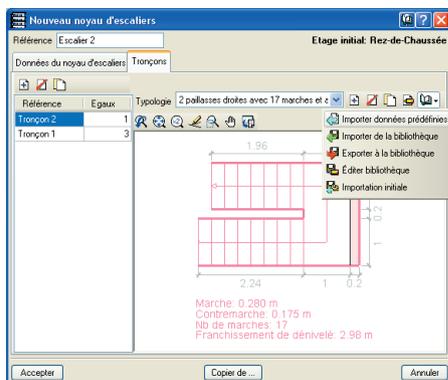


Fig. 8.21

La gestion des bibliothèques permet d'exporter vers la bibliothèque de l'utilisateur  des typologies de volées d'escaliers définies dans l'ouvrage pour pouvoir plus tard les importer dans d'autres ouvrages . L'utilité de ces boutons de gestion des bibliothèques est décrite dans un tool tips lorsque vous positionnez le curseur dessus.

8.3.2. Editer noyaux d'escaliers existants

Pour éditer les données d'un noyau d'escaliers existant dans l'ouvrage, cliquez sur l'icône  du menu flottant **Escaliers** puis sélectionnez le noyau que vous désirez éditer et le programme ouvrira la fenêtre **Editer un noyau d'escaliers**.

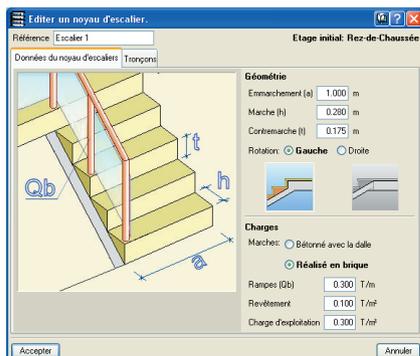


Fig. 8.22

Cette boîte de dialogue est identique à celle apparaissant lors de l'introduction d'un nouveau noyau d'escalier et vous pouvez modifier les données que vous désirez.

8.3.3. Effacer noyaux d'escaliers

Pour effacer un ou plusieurs noyaux d'escaliers cliquez sur l'icône  du menu flottant **Escaliers** puis cliquez gauche avec la souris sur le noyau d'escaliers à effacer ou alors sélectionnez le ou les noyaux que vous désirez supprimer en utilisant une fenêtre de capture.

8.3.4. Déplacer un noyau d'escaliers

Pour déplacer un noyau d'escaliers, cliquez sur l'icône  du menu flottant **Escaliers** puis sélectionnez avec le bouton gauche de la souris le noyau que vous désirez déplacer, en sélectionnant un point de celui-ci qui sera la référence pour positionner tout le noyau à son nouvel emplacement. Vous pouvez utiliser les captures de DXF ou DWG pour établir la nouvelle position du noyau.

8.3.5. Tourner un noyau d'escaliers

Pour tourner un noyau d'escaliers, cliquez sur l'icône  du menu flottant **Escaliers**. Ensuite, sélectionnez avec le bouton gauche de la souris le noyau à tourner et vous verrez apparaître à l'écran le noyau d'escaliers pivotant autour du point d'amorce de la volée du niveau actuel. Pour définir la rotation, vous avez deux options : cliquer directement à l'écran sur un point définissant la nouvelle orientation du noyau ou cliquer droit avec la souris et introduire l'angle de rotation dans la fenêtre apparaissant à l'écran.

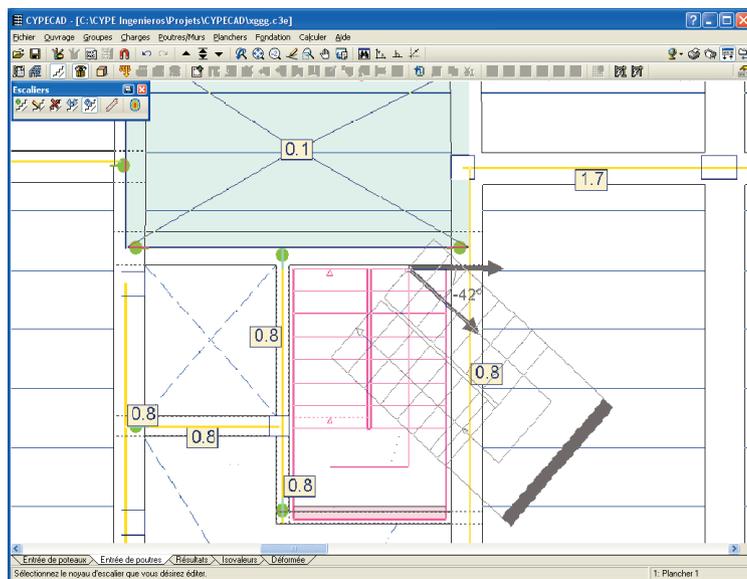


Fig. 8.23

8.4. Résultats, listes et plans du module Escaliers

8.4.1. Visualiser le plan de ferrailage d'un noyau d'escaliers

Pour voir les armatures d'un noyau d'escaliers, vous devez sélectionner l'icône  du menu flottant Escaliers puis cliquer avec le bouton gauche de la souris sur le noyau dont vous désirez consulter les armatures. Si c'est la première fois que vous sélectionnez le noyau ou si des changements ont été effectués depuis le dernier calcul, le programme procède au calcul et à l'armement de celui-ci. Une fois le noyau calculé, une fenêtre montrant l'armature de chacune des volées qui le composent apparaît.

Pour visualiser l'armature du reste de la volée, on utilise le menu déroulant se trouvant dans le coin supérieur gauche de la fenêtre.

8.4.2. Visualiser les déplacements et les efforts via des diagrammes d'isovaleurs

Le programme calcule les escaliers de manière isolée et par la méthode des éléments finis, en considérant les deux hypothèses habituelles pour le calcul des escaliers : charges permanentes et charge d'exploitation.

Pour visualiser les efforts et les déplacements d'un noyau d'escaliers, vous devez sélectionner l'icône  du menu flottant **Escaliers** puis cliquer gauche avec la souris sur le noyau dont vous désirez consulter les résultats. Si c'est la première fois que vous sélectionnez le noyau ou si des changements ont été effectués depuis le dernier calcul, le programme procède au calcul de celui-ci. Une fois le noyau calculé, apparaît une fenêtre avec une vue tridimensionnelle de chacune des volées d'escaliers. Ici, il est possible de consulter les déplacements et les efforts et de voir la déformée de la volée sélectionnée dans le menu déroulant.

8.4.3. Calcul des noyaux d'escaliers

Les noyaux d'escaliers sont calculés suivant une des procédures indiquées ci-après :

- En calculant l'ouvrage :
Lorsque l'ouvrage est calculé, tous les noyaux d'escaliers sont également calculés afin d'appliquer leurs réactions à la structure principale. Le programme calcule donc d'abord les escaliers.

- Avec les boutons  ou  du menu flottant Escaliers :

Si l'ouvrage n'est pas calculé, il est possible de calculer chaque noyau d'escalier individuellement lorsque vous cliquez pour la première fois sur les boutons  ou  pour chaque noyau ou lorsque vous cliquez après avoir effectué des changements dans le noyau sélectionné.

Si l'utilisateur effectue des changements dans un noyau d'escaliers une fois l'ouvrage calculé et que ces changements affectent la valeur des réactions, il est nécessaire de recalculer l'ouvrage pour prendre en compte les nouvelles actions. Le programme avertit de cette situation.

8.4.4. Récapitulatifs

Dans les récapitulatifs de l'ouvrage, il est possible de générer la liste de tous les escaliers introduits dans l'ouvrage.

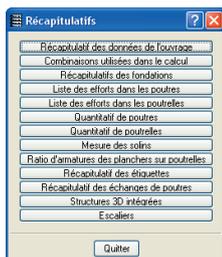


Fig. 8.23

Les listes d'escaliers indiquent les données générales de tous les noyaux de l'ouvrage (matériaux et norme utilisée) et les données communes (géométries, actions, etc.) et particulières (réactions sur la structure principale, armatures, ratios et efforts résultants dans chaque section des volées) des volées de chacun des noyaux.

8.4.5. Plans des escaliers

Dans les plans de l'ouvrage, vous trouverez l'option permettant de créer les plans de ferrailage des noyaux d'escaliers de l'ouvrage.

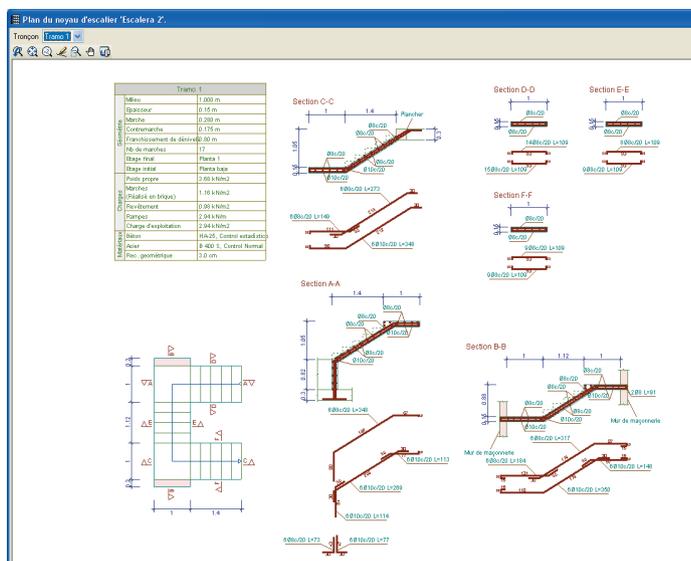


Fig. 8.24

Quantitatif						
Section	Face	Diamètre	Nombre	Longueur (m)	Total (m)	Poids (kg)
A-A	Supérieur	Ø8	6	3.48	20.88	8,2
A-A	Inférieur	Ø10	6	1.14	6.84	4,2
A-A	Inférieur	Ø10	6	2.69	16.14	10,0
A-A	Inférieur	Ø10	6	1.14	6.84	4,2
A-A	Supérieur	Ø8	6	0.73	4.38	1,7
A-A	Inférieur	Ø10	6	0.77	4.62	2,8
B-B	Supérieur	Ø8	6	1.84	11.04	4,4
B-B	Supérieur	Ø8	6	3.18	19.08	7,5
B-B	Inférieur	Ø10	6	3.50	21.00	12,9
B-B	Inférieur	Ø10	6	1.49	8.94	5,5
C-C	Supérieur	Ø8	6	1.49	8.94	3,5
C-C	Supérieur	Ø8	6	2.73	16.38	6,5
C-C	Inférieur	Ø10	6	3.49	20.94	12,9
D-D	Supérieur	Ø8	14	1.10	15.40	6,1
D-D	Inférieur	Ø8	15	1.10	16.50	6,5
E-E	Supérieur	Ø8	8	1.10	8.80	3,5
E-E	Inférieur	Ø8	9	1.10	9.90	3,9
F-F	Supérieur	Ø8	9	1.10	9.90	3,9
F-F	Inférieur	Ø8	9	1.10	9.90	3,9
					Total + 10 %	123,4

Fig. 8.25

Dans les plans, apparaît toute l'information nécessaire à la définition du plan de ferrailage des escaliers : sections longitudinales et transversales, tableaux des caractéristiques de chaque volée avec ses données géométriques, charges et matériaux. Sont également inclus les cadres de mesure des armatures (par noyaux, volées et résumés totaux d'acier).

8.5. Configuration du module Escaliers (matériaux, tableaux d'armature et options des escaliers)

Le béton employé pour les escaliers est le même que celui sélectionné pour les planchers et se définit dans la fenêtre **Données générales** (menu **Ouvrage > Données Générales** de n'importe lequel des onglets **Entrée des poteaux**, **Entrée des poutres** ou **Résultats**).

En cliquant sur le bouton **Par position**  de cette fenêtre, vous accéderez à une boîte de dialogue intitulée **Types d'acier dans barres**. Dans celui-ci, vous pouvez sélectionner l'acier et gérer les tables d'armatures qui seront utilisées dans l'armature des noyaux des escaliers de l'ouvrage.

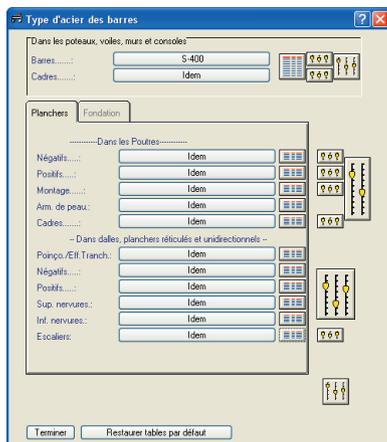


Fig. 8.26

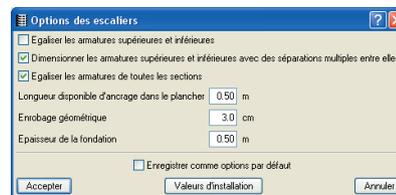


Fig. 8.27

De la même façon, vous trouverez le bouton des options des escaliers parmi lesquelles se configurent les options et données suivantes :

- **Options**

- **Egaliser les armatures supérieures et inférieures**

Après le calcul, le programme attribue aux deux armatures la valeur de plus grand ratio.

- **Dimensionner les armatures supérieures et inférieures avec séparations multiples entre elles**

L'activation de cette option implique que le programme adopte les deux armatures de telle façon que leurs séparations soient multiples entre elles. Par exemple, l'une d'entre elles tous les 10 cm et l'autre tous les 10 ou 20 cm.

- **Egaliser les armatures de toutes les sections**

Si l'option est activée, le programme attribue à toutes les sections (longitudinales et transversales), d'une même volée d'escaliers, l'armature de plus grand ratio obtenue dans le calcul de ces sections. Est unifiée d'un côté l'armature supérieure et de l'autre l'armature inférieure.

- **Données**

- **Longueur disponible pour ancrer dans le plancher**

Cette valeur indique l'espace disponible pour ancrer l'amorce de la première paillasse d'escaliers de chaque volée dans un plancher avec poutre plate. Si

une longueur d'ancrage supérieure est nécessaire, les barres sont pliées en pattes. Si la largeur de la poutre plate est supérieure à celle indiquée dans cette option, la largeur de la poutre prévaudra en tant qu'espace disponible pour l'ancrage.

Enrobage géométrique (également appelé nominal)

Vous devez indiquer le recouvrement des armatures les plus proches des plans extérieurs des dalles en fonction de l'agressivité du milieu ambiant dans lequel se trouvent les escaliers.

Épaisseur de la fondation

Cette valeur est utilisée pour définir l'ancrage des amorces des dalles d'escaliers au niveau de la fondation lorsqu'il n'existe aucun élément de fondation sous l'amorce de l'escalier.

9. Structures en acier et en bois

En plus de la possibilité d'introduire des poteaux et des poutres métalliques, CYPECAD offre des options avancées concernant les structures en acier et en bois. Le logiciel permet notamment d'incorporer des **Structures 3D intégrées**, réalisées avec CYPE 3D, à l'ouvrage créé dans CYPECAD, ainsi que le **dimensionnement des assemblages**.

9.1. Structures 3D intégrées

Dans le menu **Ouvrage**, vous trouverez l'option **Structures 3D intégrées** permettant de connecter et définir des structures 3D métalliques ou en bois, formées de nœuds et de barres avec 6 degrés de liberté, dans le projet de CYPECAD qui est en train d'être édité. Cette option permet d'ajouter plusieurs structures 3D à un même projet.

En activant cette option, vous faites apparaître un dialogue dans lequel sont comprises les options suivantes pour l'introduction des structures 3D.



Fig. 9.1

9.1.1. Menu structures 3D intégrées

Nouvelle structure

Vous devez localiser et marquer, dans le projet, les connexions qui vont définir la structure 3D.

Les connexions sont les points où sont localisées les liaisons entre les deux structures. Les connexions doivent être situées sur des poteaux définis dans le projet de CYPE-

CAD. Si une connexion ne se situe sur aucun poteau de l'ouvrage, vous devez au préalable introduire un poteau en ce point.

Une fois l'option activée, lorsque vous approchez le curseur d'un poteau, celui-ci est capturé et apparaît un point rouge et un message flottant indiquant la référence du poteau capturé et les déplacements X et Y par rapport au centre du poteau, ainsi que le dénivelé par rapport à la cote du groupe, qui est 0 par défaut.

Dans le cas où vous souhaitez changer le dénivelé de la connexion par rapport au groupe, vous devez cliquer droit pour faire apparaître le dialogue suivant :



Fig. 9.2



Fig. 9.3

La figure précédente montre les options permettant de modifier la dénivellation ou de changer de groupe dans le cas où la structure 3D est connectée à plus d'un groupe. La connexion reste introduite si vous cliquez avec le bouton gauche.

Lorsque vous avez défini toutes les connexions, cliquez droit et sélectionnez l'option **Valider connexions**, celles-ci seront alors enregistrées et vous accéderez au programme CYPE 3D pour l'introduction des structures.

Editer structure

Sélectionnez la structure que vous désirez éditer ; en approchant le curseur d'une structure, elle se dessine en jaune et

en cliquant dessus avec le bouton gauche de la souris, vous accédez au programme **CYPE 3D** pour l'éditer.

Effacer structure

Fonctionnement similaire à l'option précédente. Efface la structure sélectionnée.

Nouvelle liaison

Cette option permet d'ajouter des connexions à une structure 3D introduite précédemment. Pour cela, sélectionnez la structure et introduisez les connexions sur les poteaux et les amorces puis cliquez droit et sélectionnez l'option **Ajouter connexions**.

Effacer la connexion

Permet d'effacer les connexions d'une structure 3D introduite précédemment. Pour cela sélectionnez les connexions que vous souhaitez effacer ; lorsque vous les effacerez, celles-ci se transformeront en nœuds de la structure 3D, que vous devrez effacer s'ils ne sont pas nécessaires.

Déplacer liaison

Permet de déplacer les connexions d'une structure 3D introduite précédemment. Pour cela, sélectionnez la connexion que vous désirez déplacer et choisissez un nouvel emplacement. Lors du déplacement d'une connexion, un nœud sera généré à l'emplacement de la structure 3D où se trouvait la connexion.

Information de liaison

Cette option permet de voir à quelle structure appartient la référence du poteau, les coordonnées de la liaison, la cote

absolue et le dénivelé par rapport au groupe de niveaux auquel il est connecté.

Assigner dénivelé

En sélectionnant cette option, vous ouvrez un dialogue dans lequel vous devez introduire le dénivelé qui sera assigné aux autres connexions ; le bouton **Sélectionner** permet d'assigner le même dénivelé qu'une autre connexion.

Liste de structures 3D intégrées

Cette option permet de voir et d'éditer toutes les structures 3D sans avoir besoin de les chercher pour l'ouvrage de CYPECAD. En l'activant, vous ouvrirez un dialogue dans lequel apparaît une liste présentant les structures intégrées à cet ouvrage. A droite du dialogue, vous pourrez voir représentée la structure sélectionnée.

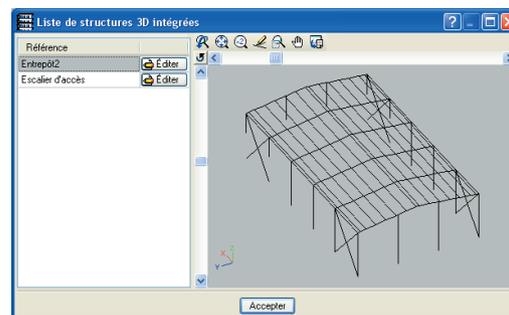


Fig. 9.4

9.1.2. Programme CYPE 3D

Liaison extérieure

L'option **Liaison extérieure** de CYPE 3D permet de spécifier si les barres arrivant aux connexions introduites dans l'entrée des poutres de CYPECAD sont 'encastrées', 'articulées' ou ' ?'.

Introduction des états de charges

Les hypothèses de charges ont été définies avec l'option **Hypothèses additionnelles (charges spéciales)** du dialogue **Données générales** de CYPECAD. Dans le cas où vous souhaitez ajouter une nouvelle hypothèse vous devez revenir au projet de CYPECAD pour la définir.

Prédimensionnement de la structure

Il est nécessaire de prédimensionner la structure avant d'effectuer le calcul conjointement avec l'ensemble du projet de CYPECAD, car si vous ne le faites pas, les résultats des efforts pourraient faire varier considérablement les inerties des barres des structures 3D par rapport au calcul initial si ces dernières n'ont pas été correctement prédimensionnées.

- **Calcul de la structure isolée.** Cette option permet de réaliser un calcul rapide des efforts de la structure isolée. Ce calcul permettra d'effectuer un prédimensionnement rapide de la structure. Dans ce calcul, ne sont pas prises en compte les interactions avec CYPECAD, c'est pourquoi, une fois le prédimensionnement de la structure effectué, vous devez calculer le projet dans son ensemble depuis l'onglet Entrée des poutres de CYPECAD.
- **Dimensionnement avec les efforts actuels en utilisant tous les profils de la série.** Cette option et la suivante permettent le dimensionnement de la structure avec les efforts obtenus à partir de l'option **Calculer la structure isolée** ou via le calcul de l'ensemble du projet de CYPECAD. Elles permettent de consulter les réactions aux connections avec le projet de CYPECAD.

Une fois la structure prédimensionnée, retournez dans CYPECAD pour réaliser le calcul global de tout le projet. Puis, une fois calculée, accédez de nouveau à CYPE 3D pour vérifier les barres avec les efforts obtenus à partir du calcul global effectué sur les deux structures. Dans le cas où les inerties des barres varient beaucoup, il faudra recalculer la structure avec CYPECAD.

Plaques d'ancrages

- **Générer.** Cette option génère des plaques d'ancrage aux connections définies dans l'onglet **Entrée des poutres** de CYPECAD au niveau des poteaux de béton et des amorces, ces dernières pouvant être en béton ou métalliques.
- **Editer.** Dans le dialogue **plaques d'ancrage** apparaissant lors de l'édition, se trouve l'option **Dimensionnement**. Cette option suit les paramètres indiqués dans l'option plaques d'ancrage du dialogue **Données générales** de CYPECAD, qui proposera une solution modifiable via différentes options.

9.2. Assemblages

Le logiciel comprend l'analyse et la conception des assemblages des profilés laminés et soudés en I pour plusieurs normes (Veuillez consulter notre page Internet pour connaître les normes disponibles. Si la norme avec laquelle l'ouvrage a été calculé n'est pas encore disponible pour le calcul des assemblages, l'utilisateur peut choisir de copier l'ouvrage et de la calculer avec une norme différente).

9.2.1. Types d'assemblages

Le logiciel propose deux options pour le calcul des assemblages :

Soudés :

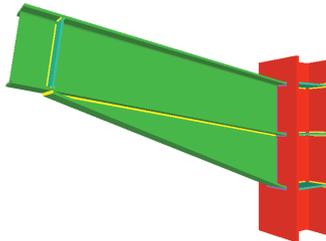


Fig. 9.5

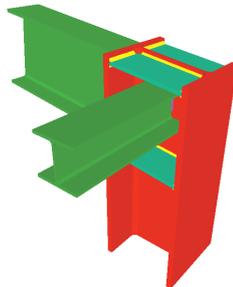


Fig. 9.6

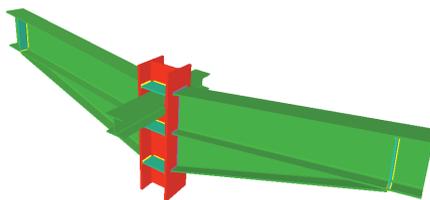


Fig. 9.7

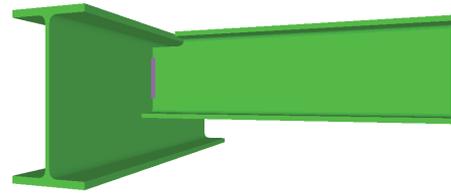


Fig. 9.8

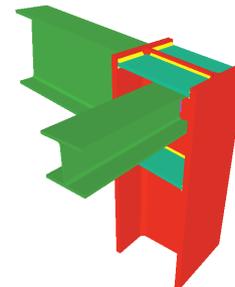


Fig. 9.9

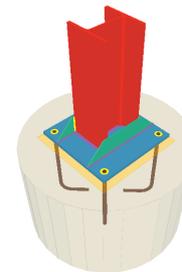


Fig. 9.10

Pour voir une liste complète des assemblages soudés disponibles, veuillez consulter notre site internet à l'adresse <http://metal3d.cype.fr/#unions>.

Boulonnés (avec possibilité d'utiliser des boulons précontraints)

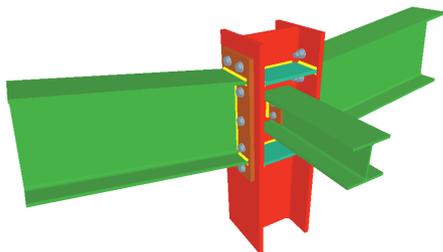


Fig. 9.11

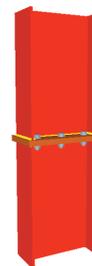


Fig. 9.14

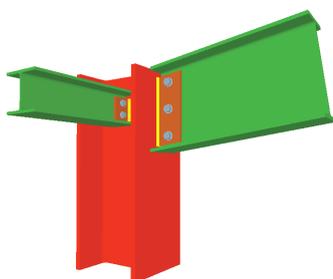


Fig. 9.12

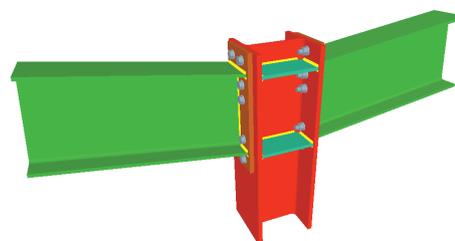


Fig. 9.15

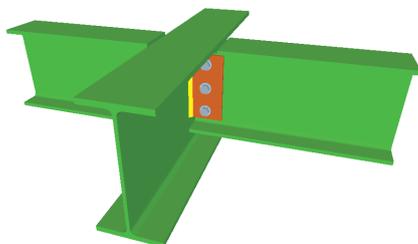


Fig. 9.13

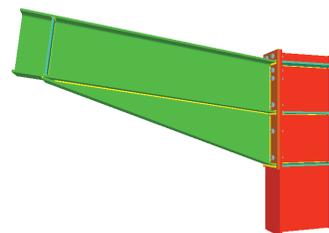


Fig. 9.16

Pour voir une liste complète des assemblages soudés disponibles, veuillez consulter notre site internet à l'adresse <http://metal3d.cype.fr/#unions>.

9.2.2. Dimensionnement des assemblages

Si, lors du calcul de la structure, des nœuds dont l'assemblage est résolu par le logiciel sont détectés, ce dernier dimensionnera les assemblages et donnera un plan détaillé de ceux-ci.

Le programme dimensionnera les épaisseurs de gorge et la longueur des soudures, et incorporera des raidisseurs dans le cas où ils seraient nécessaires pour la transmission des contraintes dans l'assemblage. De plus, dans le cas des assemblages boulonnés, la distribution optimale des boulons précontraints ou ordinaires est donnée.

9.2.3. Consultation des assemblages

Les assemblages se dimensionnent en même temps que le calcul général de la structure en sélectionnant le dimensionnement des assemblages dans la fenêtre Options de dimensionnement, qui s'ouvre avant le lancement du calcul.

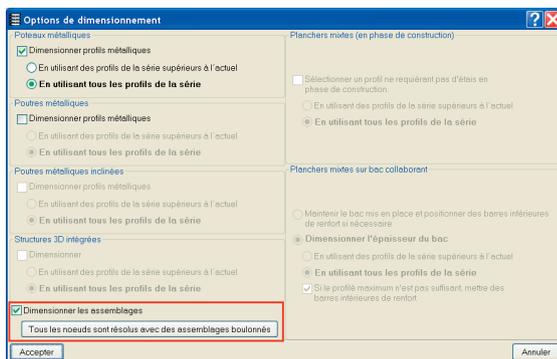


Fig. 9.17

Une fois le calcul réalisé, vous pouvez consulter les assemblages dimensionnés en cliquant sur Assemblages >

Consulter de l'onglet Résultat. Une fois cette option activée, tous les assemblages dimensionnés par le logiciel s'entoureront d'un cercle vert. Ceux qui n'ont pas été résolus d'un cercle rouge et les nœuds partiellement résolus, c'est-à-dire contenant des assemblages résolus et des assemblages non résolus d'un cercle orange.

Lorsque vous approchez le curseur de la souris d'un nœud dans lequel il y a des assemblages dimensionnés, l'assemblage apparaîtra en bleu et un cadre d'information indiquant les types d'assemblages associés à ce nœud apparaîtra. En cliquant sur l'assemblage, vous ouvrirez une fenêtre contenant trois onglets : le premier présentant le détail de l'assemblage, le second le récapitulatif et le dernier la vue 3D de l'assemblage. Si vous cliquez sur un nœud dans lequel aucun assemblage n'a été dimensionné, le logiciel affichera seulement une vue 3D des poteaux et des poutres arrivant à cet assemblage.

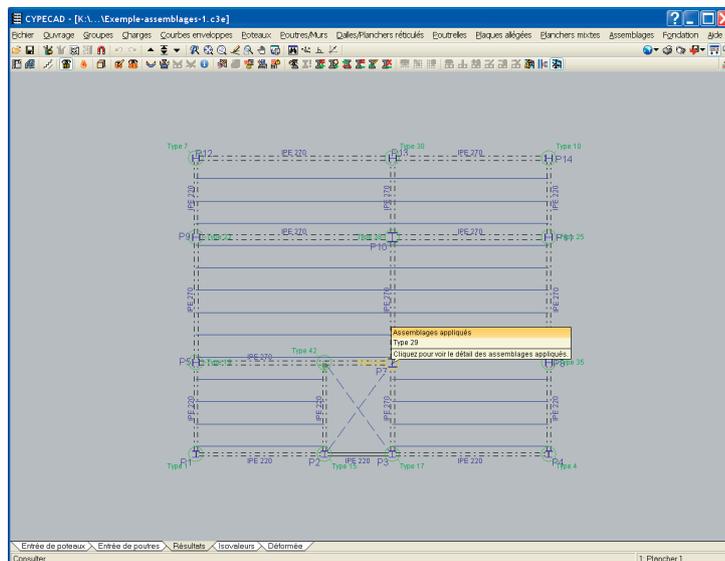


Fig. 9.18

9.2.4. Raisons possibles de non dimensionnement d'un assemblage

Si un assemblage, en principe implémenté dans le logiciel, n'est pas dimensionné, cela peut-être dû à l'une des raisons suivantes :

a. Encastrement d'un profilé dans l'âme d'un autre

Dans le cas où vous essayez d'encastrer un profilé dans l'âme d'un autre, l'assemblage ne pourra pas être résolu. Les extrémités des barres à unir doivent toujours être articulées à l'âme de l'autre profilé.

b. Interférence entre profilés et raidisseurs

Dans le cas où le profilé assemblé à l'âme d'un autre croise les raidisseurs que le logiciel a placé pour garantir l'encastrement des barres arrivant par le plan orthogonal.

c. Épaisseur de la pièce

Dans le cas où l'épaisseur de gorge du cordon de soudure nécessaire est supérieure à 0,7 fois l'épaisseur de la pièce à assembler.

d. Orthogonalité

Dans le cas où les plans contenant l'âme des barres ne sont pas les mêmes, ou ne sont pas perpendiculaires entre eux, le logiciel ne résoudra pas l'assemblage.

e. Angle

Si le point précédent est vérifié, l'angle formé par les faces des barres à souder doit être supérieur ou égal à 60° . Dans le cas contraire, l'assemblage n'est pas dimensionné.



Fig. 9.19

9.3. Exportation à d'autres programmes

CYPECAD peut exporter la structure en acier calculée et dimensionnée afin de pouvoir la visualiser et la modifier dans d'autres logiciels. Les options d'exportation se trouvent dans **Fichier > Exportation** et incluent les logiciels Tekla Structures et TecnoMETAL 4D.

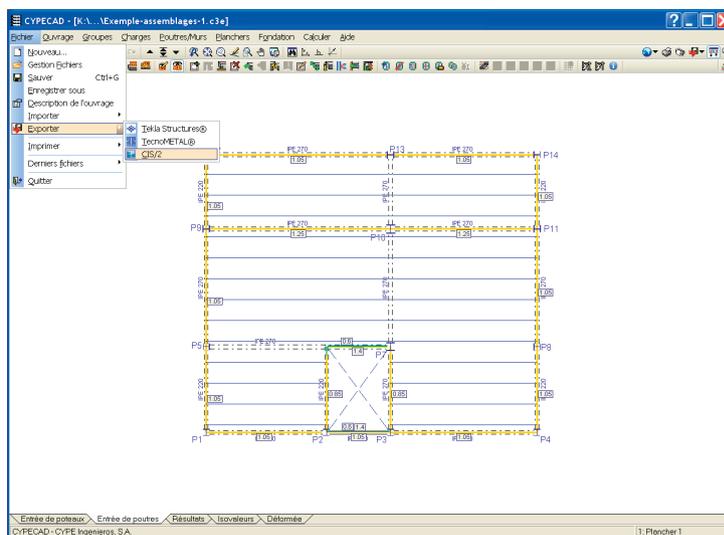


Fig. 9.20

Vous pouvez également exporter au **format CIS/2**. CIS/2 (CIMsteel Integration Standards) est un **format d'échange standard** pour faciliter le flux de données entre les applications informatiques qui interviennent dans le processus d'analyse, de conception et de fabrication des **structures en acier**. CYPECAD et les **Structures 3D intégrées de CYPECAD** permettent d'exporter la structure introduite et dimensionnée au **format CIS/2** préconisé par le **NIST** (National Institute of Standards and Technology), de façon à pouvoir être utilisée par la suite dans des logiciels tels que Graitec Advance Steel.

Les actions extérieures qui agissent sur la structure peuvent être introduites dans CYPECAD pour obtenir un dimensionnement optimal en accord avec la norme sélectionnée. De plus, vous pouvez générer les détails constructifs des assemblages soudés et boulonnés des profilés en I en acier laminé et soudé. Tout cela peut être exporté aux autres logiciels.

Il existe deux options pour exporter :

- Seulement géométrie et caractéristiques des nœuds et des barres. Exporte la géométrie et les profilés en acier de la structure reconnus par le logiciel auquel ils sont exportés. Il n'est pas nécessaire de calculer ni de dimensionner la structure avant l'exportation. L'exportation des assemblages n'est pas incluse et il n'est donc pas non plus nécessaire de les calculer avant d'exporter.

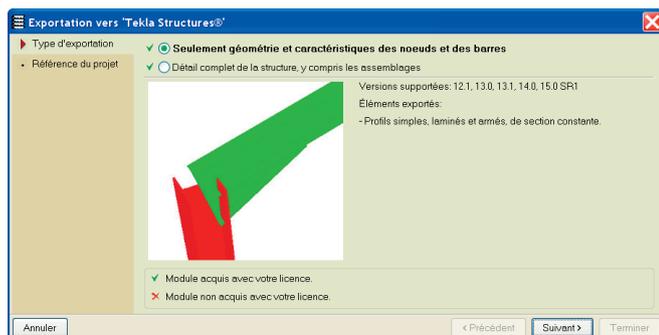


Fig. 9.21

- Détail complet de la structure, y compris les assemblages. Exporte la géométrie de l'ouvrage, les profilés en acier reconnus par le logiciel auquel ils sont exportés et les détails correspondant aux pièces d'acier calculées et dimensionnées. Il est nécessaire de calculer l'ouvrage et les assemblages avant d'exporter.

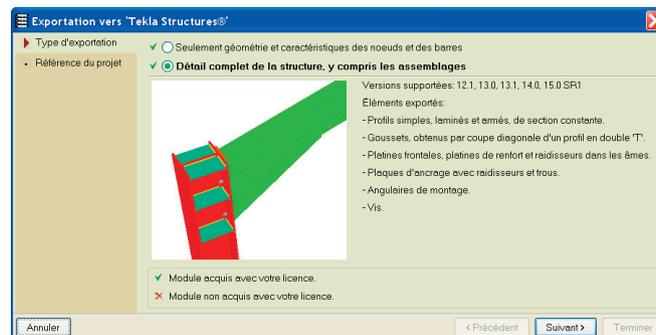


Fig. 9.22

Pour connaître les réquisitions pour l'utilisation de ces options, veuillez consulter notre site internet.

10. Charges

10.1. Charges définissables dans les données générales

10.1.1. Actions

10.1.1.1. Vent

L'action du vent peut être spécifiée dans la boîte de dialogue **Données Générales**, en sélectionnant **Avec action du vent** dans la partie des **Actions**. Une fois sélectionnée, une nouvelle fenêtre apparaît. Dans la partie droite de cette fenêtre vous pouvez choisir la norme à utiliser, tandis que la partie gauche détaille les données nécessaires au calcul selon la norme sélectionnée. Toutes les normes nécessitent les largeurs et les actions de vent suivant les directions X et Y afin d'établir le coefficient de vent correct. L'analyse peut-être effectuée en considérant les effets de second ordre ou non. Si la norme recherchée n'est pas disponible, l'utilisateur devra utiliser l'option **Norme Générique**.

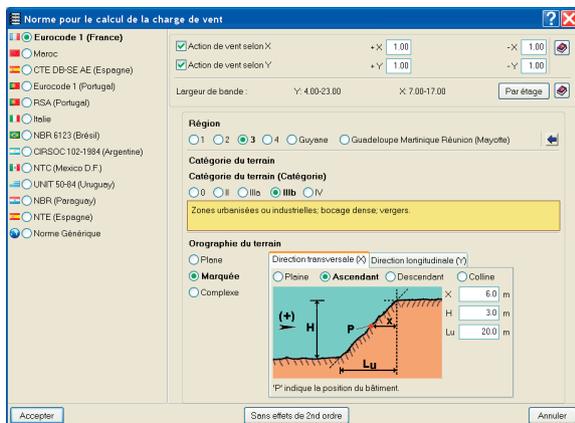


Fig. 10.1

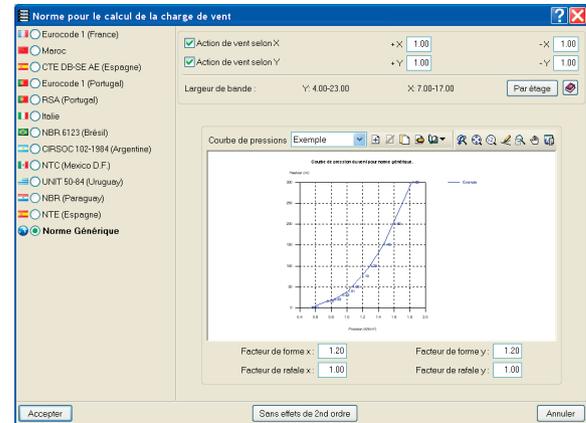


Fig. 10.2

10.1.1.2. Séisme

L'action sismique peut être spécifiée dans la boîte de dialogue **Données Générales**, en sélectionnant **Avec action sismique** dans la partie des **Actions**. La boîte de dialogue qui apparaît est semblable à celle du vent avec la liste des normes à gauche et les données associées, qui varient selon la norme, à droite. Une norme générique s'intitulant **Analyse Modale Spectrale** est également disponible. Vous avez également la possibilité d'introduire les **Coefficients par niveau** à appliquer. De même que pour le vent, vous pouvez choisir de considérer les effets du second ordre ou non.

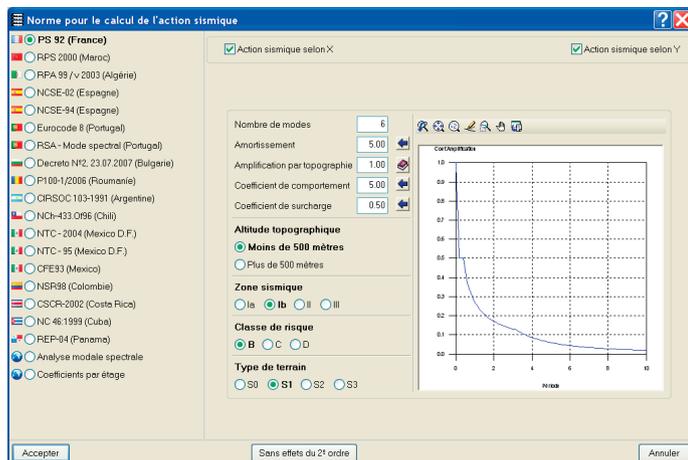


Fig. 10.3

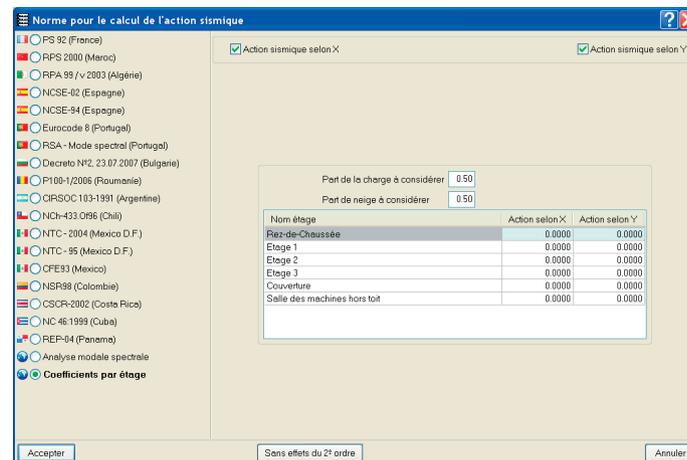


Fig. 10.5

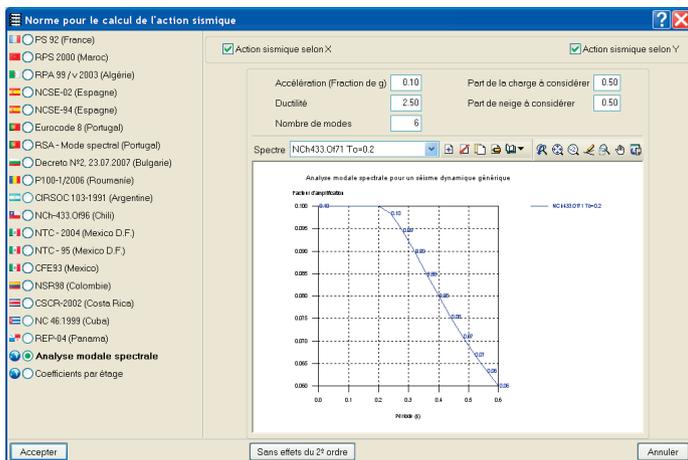


Fig. 10.4

10.1.1.3. Résistance au feu

Le programme réalise le contrôle de la résistance au feu et dimensionne le revêtement de protection des éléments structuraux d'**acier et de béton** qui composent l'ouvrage en considérant l'**Eurocode (EN 1992-1-2:2004 et EN 1993-1-2:2005)** ou le **CTE DB-SI 6** (Espagne) selon les normes d'acier et de béton sélectionnées.

La résistance au feu est réalisée et dimensionnée pour

- les poutres, les planchers, les poteaux et les murs en béton.
- les poutres et les poteaux en acier.
- les barres en acier des Structures 3D intégrées de CY-PECAD (l'option doit être activée dans CYPE 3D).

La résistance des éléments structuraux en bois des Structures 3D intégrées de CYPECAD se réalise avec le module des profils en bois. Ce dernier dimensionne les sections

de bois face à l'action du feu afin qu'elle respecte les conditions requises par la norme sélectionnée (Eurocode 5, NBR 7190 ou CTE DB-SE M (Espagne)).

La résistance au feu n'est ni vérifiée ni dimensionnée pour les murs en blocs de béton et l'est planchers mixtes.

Le contrôle de la résistance au feu s'active dans la boîte de dialogue **Données Générales** en cochant la case **Contrôler la résistance au feu**.

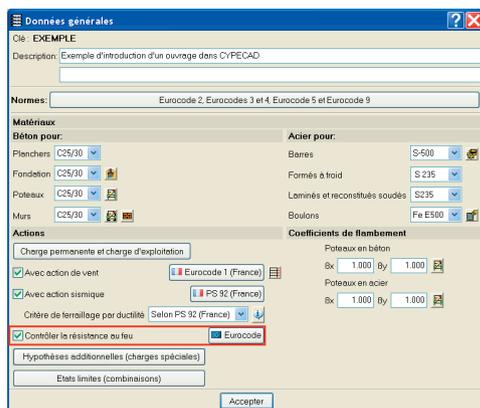


Fig. 10.6

Une fois le contrôle de la résistance au feu activé, la fenêtre **Contrôle de la résistance au feu** s'ouvre. Dans cette fenêtre, vous pouvez indiquer pour chaque niveau la résistance requise et le revêtement des éléments.

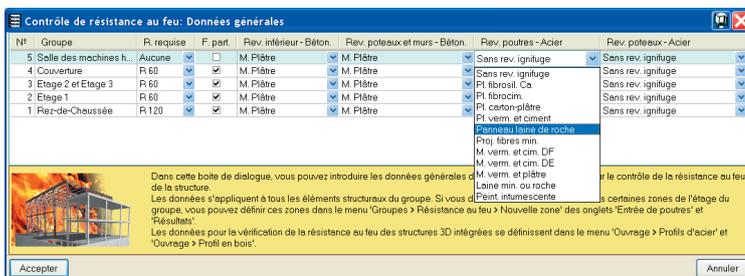


Fig. 10.7

Les données pour vérifier la résistance au feu des **Structures 3D intégrées** se définissent directement dans **CYPE 3D** (menu **Ouvrage > Profils en acier** et **Ouvrage > Profils en bois**).

Il est possible de définir différentes données dans certaines zones du niveau du groupe (menu **Groupes > Résistance au feu > Nouvelle zone** depuis les onglets Entrée des poutres ou Résultats).

Chaque structure 3D intégrée peut avoir des données différentes pour le contrôle de la résistance au feu.

Le module **Contrôle de la résistance au feu** réalise les vérifications et dimensionnements suivants :

- Pour les éléments constructifs pour lesquels un revêtement de protection a été défini, le programme dimensionnera l'épaisseur minimale nécessaire de ce revêtement de façon à ce que les conditions requises par la norme soient remplies.
- Pour les éléments constructifs pour lesquels aucun revêtement de protection n'a été défini, le programme vérifie cet élément avec les données de résistance au feu assignées.
- Si un élément structural possède un revêtement et que le programme calcule que celui-ci n'est pas nécessaire pour vérifier la norme utilisée, le programme indique que le revêtement de cet élément structural n'est pas nécessaire. Pour des raisons constructives l'épaisseur de revêtement sera donc celle minimale.

10.1.2. Hypothèses additionnelles (charges spéciales)

En cliquant sur ce bouton, vous ferez apparaître un dialogue avec lequel il est possible de créer une disposition

additionnelle automatique pour les hypothèses de charge d'exploitation, et de créer de nouvelles hypothèses additionnelles pour : charge permanente, charge d'exploitation, vent, séisme et neige.

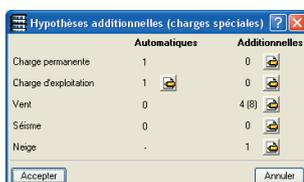


Fig. 10.8

Pour créer une nouvelle hypothèse, cliquez sur l'icône **Editer** située à droite du nombre d'hypothèses. S'affiche alors un dialogue où apparaît une ligne avec les hypothèses additionnelles et un bouton dans la partie supérieure pour en créer de nouvelles.

Lors de la création d'une nouvelle hypothèse additionnelle, apparaîtra un dialogue où vous devez rentrer la référence et description, et indiquer s'il y a distinctes dispositions de charges.



Fig. 10.9

Si vous sélectionnez **Avec différentes dispositions de charges**, une liste avec deux dispositions s'affichera. Vous

pouvez alors en ajouter d'autres et indiquer comment elles se combinent entre elles (compatibles, incompatibles ou simultanées).

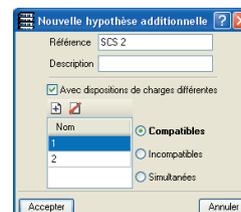


Fig. 10.10

Que sont les dispositions additionnelles ?

Les dispositions additionnelles sont des groupes de charges spéciales qui appartiennent à une même hypothèse de charge et peuvent être de trois types différents :

- **Compatibles** : Les groupes de charges peuvent agir seuls ou se combiner avec les autres groupes de charge de la même hypothèse.
- **Incompatibles** : Les groupes de charges ne se combinent pas avec les autres groupes de charges de la même hypothèse (par ex. les différents emplacements d'un chariot correspondent à des dispositions additionnelles incompatibles d'une hypothèse).
- **Simultanées** : Aucun groupe de charge n'est généré entre les différents groupes de charges. Cette option est avantageuse lorsque vous désirez différencier des charges de différentes valeurs agissant dans une même hypothèse des structures 3D.

Après avoir accepté ce dialogue, le programme vous ramène au précédent dans lequel apparaît, dans la partie inférieure, une zone où peut être spécifiée la combinaison entre les différentes hypothèses de même nature.

Pour cela, décochez dans la ligne correspondante, l'hypothèse que vous ne désirez pas combiner avec l'hypothèse sélectionnée.

10.1.3. Etats limites

Une fois cette option sélectionnée, apparaît le dialogue permettant de sélectionner le contrôle de l'exécution, la catégorie d'exploitation, et la cote de neige. En cliquant sur l'icône représentant un crayon avec point d'interrogation, vous pourrez consulter la combinaison générée par le programme sous forme de liste dans laquelle sont indiqués la formule et les coefficients partiels de sécurité γ , ainsi que les coefficients de combinaison ψ .

10.1.3.1. Configuration des combinaisons pour chaque état limite

Cette option se trouve dans la partie inférieure du dialogue et permet de spécifier les états limites pour le béton, la fondation, l'acier formé à froid, l'acier laminé et le bois. Pour chacun d'entre eux, vous pouvez sélectionner **Situations de projet introduites par l'utilisateur**. Cette option permet à l'utilisateur de définir ses propres situations de projets pour particulariser les combinaisons qui seront utilisées dans les calculs correspondant aux éléments structuraux de l'ouvrage.

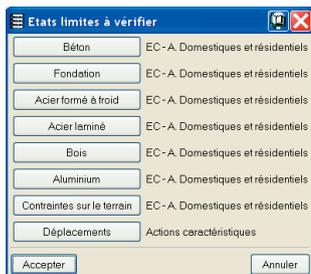


Fig. 10.11

Situations de projets introduites par l'utilisateur

Cette option permet de configurer des situations de projet particulières. Elle fonctionne de la même manière pour toutes les typologies d'éléments structuraux (Béton, Fondation, Aciers, Bois, Contraintes sur le terrain et Déplacements).

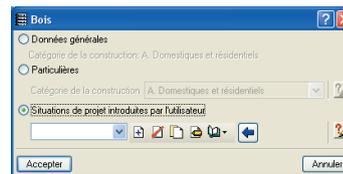


Fig. 10.12

Pour définir les situations de projet introduites par l'utilisateur, vous disposez des boutons suivants :

-  Créer nouvelles situations
-  Effacer situations définies précédemment
-  Copier la situation sélectionnée
-  Editer la situation sélectionnée
-  Gérer la bibliothèque de situations pour partager des situations entre différents ouvrages
-  Créer de nouvelles situations à partir des données des situations de la norme sélectionnée

- **Créer de nouvelles situations**

Si vous cliquez sur le bouton  apparaissant dans la figure précédente, vous ferez apparaître la fenêtre **Créer - [Situations]** :



Fig. 10.13

Vous verrez s'indiquer une référence pour identifier les situations qui vont être définies. Dans le tableau de la fenêtre précédente, vous pouvez créer des situations de projet avec le bouton **Créer**  apparaissant en haut. Lorsque vous l'actionnez, vous voyez apparaître la fenêtre suivante :

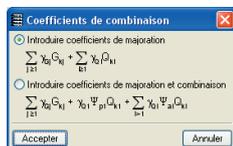


Fig. 10.14

Ici, l'utilisateur peut définir les combinaisons de deux manières : par coefficients de majoration ou par coefficients de majoration et combinaison.

Dans le premier cas, les données à introduire sont les suivantes :



Fig. 10.15

Et pour le deuxième cas :

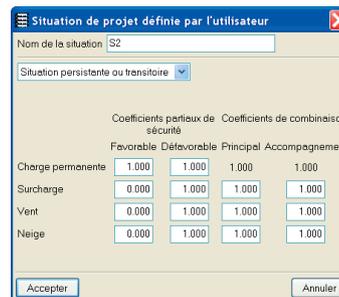


Fig. 10.16

• Editer situations

Si vous cliquez sur le bouton , vous verrez apparaître des boîtes de dialogue semblables à celles montrées lors de la création de situations, comme par exemple :

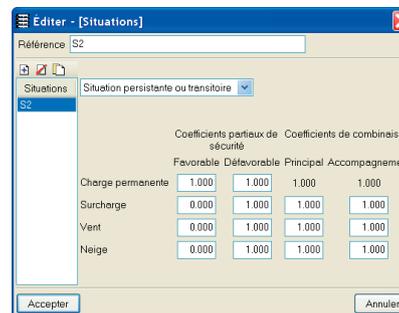


Fig. 10.17

Dans cette boîte de dialogue, vous pouvez éditer tous les paramètres des situations définies précédemment.

• Créer de nouvelles situations à partir des données des situations de la norme sélectionnée

En sélectionnant le bouton , vous pourrez importer des situations de projet de la norme sélectionnée pour le matériau choisi et les personnaliser. Cela réduit la probabilité d'erreur dans l'introduction des coefficients.

Avertissement

Autant la possibilité de créer ses propres situations de projet offre à l'utilisateur une certaine liberté dans la définition des combinaisons pour le calcul de l'ouvrage, autant il doit prêter attention à ne pas créer de situations de projet dont les résultats finaux seraient en dessous des limites de sécurité exigées par la norme sélectionnée.

10.2. Charges d'exploitation définissables dans les niveaux

10.2.1. Charges dans les niveaux

Lors de l'introduction de nouveaux niveaux (onglet **Entrée des poteaux**, menu **Introduction**, option **Niveaux/Groupes**), vous devez introduire une charge d'exploitation qui sera appliquée au niveau des planchers que vous définirez par la suite. Ces charges ne seront bien entendu pas prises en compte au niveau des vides.

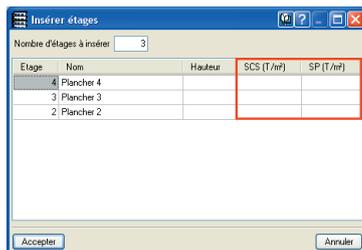


Fig. 10.18

10.2.2. Charges au niveau du groupe de fondation

De la même manière, vous avez la possibilité d'introduire une charge d'exploitation au niveau de la fondation en sélectionnant l'option **Introduction > Niveaux/Groupes > Editer groupes** de l'onglet **Entrée des poteaux**. Cette

charge sera uniquement prise en compte avec des radiers et des longrines.

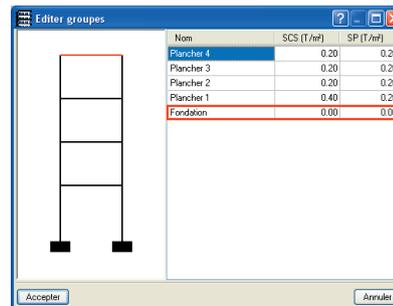


Fig. 10.19

Dans le cas d'un radier où les charges n'ont pas été définies dans le groupe de fondation (0), lors du calcul un avis vous en avertissant s'affiche. Cela permet de les définir à ce moment sans avoir à entrer dans l'onglet **Entrée des poteaux**. Une fois le dialogue des charges accepté, le calcul de l'ouvrage démarre.

10.3. Menu Charges

10.3.1. Charges surfaciques dans les planchers

Dans le menu **Charges** de l'onglet **Entrée des poteaux** vous disposez de la nouvelle option **Charges superficielles dans les planchers**.

Cette option permet d'assigner par un seul clic une charge superficielle à un plancher.



Fig. 10.20

Une fois la charge sélectionnée, apparaît un dialogue permettant de définir la valeur de la charge et l'ensemble des charges à laquelle appartient cette dernière. Utilisez le bouton **Copier de** pour copier la charge d'une autre déjà existante à ce niveau.

Cliquer sur **Ajouter** et déplacer le curseur au-dessus du plancher : celui-ci sera sélectionné.

Cliquez dessus et la charge sera introduite sur le plancher.

Les charges de niveau apparaissent dans l'onglet **Autre** de la fenêtre **Charges spéciales**.

10.3.2. Introduction automatique de charges linéaires dans les poutres

L'option **Charges linéaires sur poutres** se trouvant dans le menu **Charges** de l'onglet **Entrée des poutres** fait apparaître une boîte de dialogue qui, une fois acceptée, permet l'introduction de charges linéaires sur l'axe des poutres sélectionnées. L'introduction peut se faire poutre à poutre ou via une fenêtre de capture.

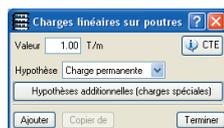


Fig. 10.21

10.4. Plans et Récapitulatifs

Il est possible de faire apparaître dans les plans les charges permanentes et d'exploitation existant à chaque niveau. Ces charges apparaissent par défaut dans les plans de niveau de type **Charges spéciales**. Dans les autres plans, elles ne sont pas activées et si vous voulez qu'elles apparaissent vous devez l'indiquer dans la configuration du plan.

11. Fondation

11.1. Plaques d'ancrage

Le programme calcule les plaques d'ancrage pour n'importe quelle disposition des poteaux métalliques et pour tout type de matériau.

Le menu flottant contenant les options relatives aux plaques d'ancrage s'ouvre lorsque vous cliquez sur **Fondation > Plaques d'ancrage** dans les onglets **Entrée de poutres** et **Résultats**.

Ce menu contient les options suivantes :



Fig. 11.1

- **Générer**
 Disponible lorsqu'il y a possibilité d'introduire des plaques d'ancrage (poteaux métalliques dont les plaques n'ont pas encore été introduites). Cette option permet de générer toutes les plaques d'ancrage aux amorces des poteaux métalliques.
- **Effacer**
 Elimine une plaque d'ancrage introduite précédemment.
- **Editer**
 Permet de calculer la plaque d'ancrage automatiquement ou de la vérifier avec des spécifications propres à l'utilisateur.
- **Egaliser**
 Permet de copier les caractéristiques d'une plaque d'ancrage sur une autre, une fois la fondation calculée.

Avec cette option, vous pouvez améliorer le dimensionnement des plaques d'ancrage proposé par le programme, étant donné que ce dimensionnement est uniquement réalisé par des critères résistants en chaque poteau. En copiant les plaques d'ancrage, vous pouvez réduire le nombre de type de plaques différents de façon à obtenir des résultats plus uniformes.

Après la copie d'une plaque d'ancrage, la plaque assignée est vérifiée, cette dernière apparaissant en rouge si elle ne vérifie pas toutes les conditions.

11.2. Semelles

Le calcul de la fondation pour les semelles superficielles et pour les semelles sur pieux peut être réalisé dans CYPECAD de la même façon que le reste de la structure.

Conditions préalables au calcul de la fondation

Les poteaux, noyaux et murs doivent être définis avec liaison extérieure et la structure complète doit être calculée pour que le programme obtienne les efforts aux amorces des poteaux.

11.2.1. Caractéristiques des semelles

Le nombre de poteaux, murs ou noyaux fondés sur une unique semelle superficielle ou sur pieux est illimité. Vous devez vous assurer que l'élément de fondation calculé est rigide.

Les positions des poteaux, murs et noyaux sont totalement libres par rapport à l'axe de la semelle.

11.2.2. Options du menu flottant des semelles

Le menu flottant contenant les options relatives aux semelles s'ouvre lorsque vous cliquez sur **Fondation > Éléments de fondation** dans les onglets **Entrée de poutres** et **Résultats**.



Fig. 11.2

Ce menu contient les options suivantes :

- **Nouveau**



Fig. 11.3

Sélection du type de semelle : semelle superficielle en béton armé ou massif, semelles sur pieux, de la forme et du nombre de pieux souhaité.

Si vous choisissez d'introduire une semelle sur pieux, vous devez créer la table de pieux (Sélection de pieux). Vous pourrez introduire la description, le type (circulaire ou carré), la capacité portante (sans majoration) et la séparation entre les axes des pieux si la semelle possède plus d'un pieu.

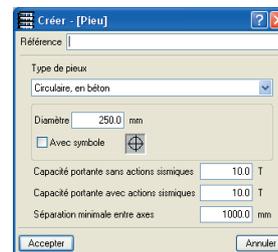


Fig. 11.4

Élément d'un seul poteau : vous observerez qu'en approchant le pointeur de la souris d'un poteau ou d'un noyau, celui-ci se colore en jaune.

Lorsque vous placez le curseur près d'un poteau, il adopte la forme de deux carrés indiquant la position relative de la semelle qui va être introduite par rapport au poteau (semelle centrée, d'angle ou mitoyenne), la position dépend du cadran dans lequel se situe le curseur.

Par défaut, l'angle de la semelle sera le même que celui du poteau.

Élément de plusieurs poteaux / semelle combinée : en choisissant cette option, vous pouvez sélectionner plusieurs poteaux ou noyaux (cliquez gauche sur les éléments souhaités puis cliquez droit pour terminer la sélection). Le curseur prendra ensuite la forme du type de semelle à introduire comme dans le cas d'une semelle avec un seul poteau et d'autre part, apparaîtra le point d'insertion de la semelle (symbolisé par une cible rouge).

La sélection multiple de poteaux est maintenue tant que vous ne changez pas l'option en cliquant droit.

Dans le cas d'une semelle combinée, est considéré comme origine des coordonnées de la semelle son point d'insertion, dont la coordonnée x sera la somme des coordonnées x de tous les poteaux divisée par le

nombre de poteaux de la semelle combinée, et dont la coordonnée y sera la somme de toutes les coordonnées y de tous les poteaux divisée par le nombre de poteaux. Par la suite, vous pourrez déplacer ce point d'intersection.

C'est l'angle du premier poteau introduit qui est pris par défaut.

- **Editer**

Permet de calculer automatiquement l'élément de fondation ou de le vérifier avec des spécifications propres à l'utilisateur.

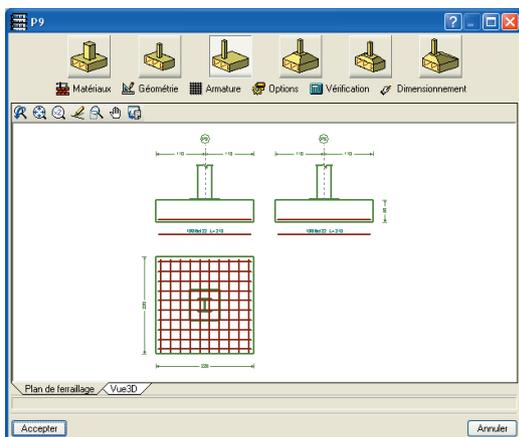


Fig. 11.5

- **Effacer**

Permet d'éliminer la semelle superficielle ou sur pieux introduite précédemment.

- **Déplacer**

Permet de modifier la position des éléments de fondation.

- **Tourner**

Permet de tourner la semelle superficielle ou sur pieux par rapport à son axe central. Les possibilités sont les suivantes :

- Introduction manuelle de l'angle.
- Introduction de deux points. Sélectionnez deux points de l'écran définissant le vecteur directeur et cliquez sur l'élément de fondation.
- Angle du poteau. Cliquez sur l'élément de fondation et celui-ci prend automatiquement l'angle du poteau arrivant sur lui. Dans le cas où plusieurs poteaux arrivent sur l'élément de fondation, l'angle pris sera celui du premier poteau introduit.

- **Unir**

Permet d'unir plusieurs éléments de fondation entre eux ou, ce qui revient au même, d'assigner un unique élément de fondation à tous les poteaux arrivant aux éléments de fondation sélectionnés pour être unis.

La sélection se fait en cliquant gauche et se termine en cliquant droit.

- **Egaliser**

Permet d'égaliser la géométrie, la typologie et les armatures entre les éléments de fondation.

Cliquez d'abord gauche sur l'élément de fondation type puis sur ceux à égaliser.

- **Information**

Affiche l'information sur les matériaux employés (la contrainte admissible du terrain étant incluse), la géométrie et les résultats de calcul (avec avis des éventuelles erreurs lors du dimensionnement).

Elément de fondation P6	
Matériaux	
Béton:	C16/20
Acier semelles:	S-400
Aciers semelles sur pieux:	S-400
Contrainte admissible du sol:	2.00 kgf/cm ²
Géométrie	
Semelle rectangulaire excentrée	
Largeur initiale X:	110.2 cm
Largeur initiale Y:	110.0 cm
Largeur finale X:	109.8 cm
Largeur finale Y:	110.0 cm
Largeur semelle X:	220.0 cm
Largeur semelle Y:	220.0 cm
Epaisseur:	50.0 cm
Armature	
X:	1006 of 22
Y:	1006 of 22
Calcul	
Contrainte sur le terrain	
Valeur maximale:	0.00 kgf/cm ²
Valeur moyenne:	0.00 kgf/cm ²
Efforts de calcul	
Moment X / Y:	0.00 / 0.00 T.m
Effort tranchant X / Y:	0.00 / 0.00 T

Fig. 11.6

11.2.3. Semelles sous murs

Lorsque vous introduisez un mur (option **Poutres/Murs > Entrer mur > Nouveau de l'onglet Entrée de poutres**), vous pouvez choisir de l'introduire seul (Encastrement) ou avec semelle filante (patin, talon ou les deux).

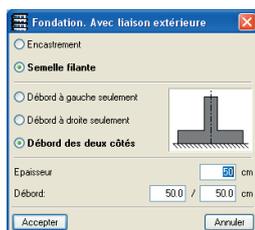


Fig. 11.7

La semelle sous mur est dimensionnée automatiquement.

Dans le cas où il existe un mur en sous-sol possédant une semelle avec patin mais sans talon, il faudra introduire des longrines de redressement allant du mur jusqu'aux poteaux intérieurs pour centrer la charge.

Si vous choisissez d'introduire le mur sans semelle, vous pourrez ensuite en ajouter une en utilisant l'option **Eléments de fondation** du menu **Fondation** détaillée plus haut.

11.2.4. Options des semelles

Vous trouverez de nombreuses options pour les semelles en cliquant sur le bouton **Options** présent dans la fenêtre des **Données Générales**. Ci-après sont présentées quelques-unes de ces options.

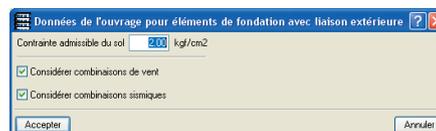


Fig. 11.8

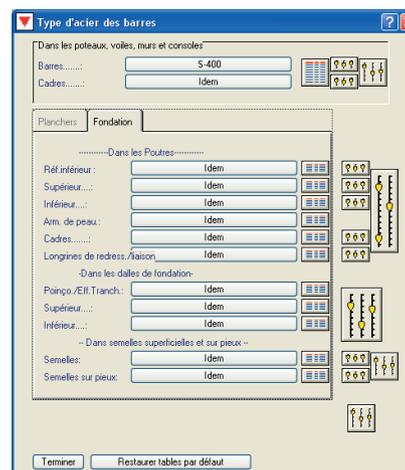


Fig. 11.9

- **Appliquer la réduction aux minimums de flexion**

Dans le cas où la norme sélectionnée le permet, la réduction de pourcentage mécanique nécessaire pour la flexion sera appliquée. Cette réduction est toujours appliquée lors de la vérification.

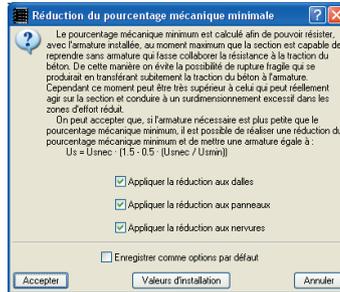


Fig. 11.10

- **Permettre décollages dans la semelle**

Si cette option est désactivée les décollages dans les semelles ne seront pas permis, c'est-à-dire que la résultante des efforts devra obligatoirement passer par le noyau central de la semelle.

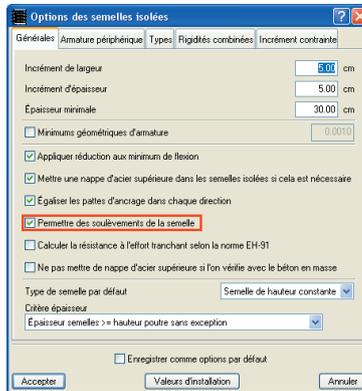


Fig. 11.11

Ne pas placer de patte d'ancrage supérieure si le béton massif vérifie toutes les conditions.

Dans le dimensionnement, une armature supérieure sera mise en place seulement si la résistance à la flexion n'est pas vérifiée pour une section en béton massif, c'est-à-dire qu'on considère que le béton résiste à la traction.

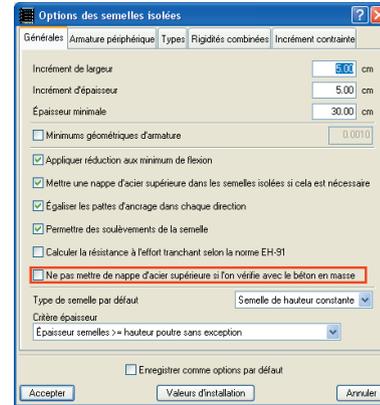


Fig. 11.12

- **Type centré**

Cette option permet de sélectionner le type de diagramme des contraintes agissant sous la semelle en réponse au terrain. (A) Diagramme rectangulaire de contraintes sous la semelle: si cette option est sélectionnée, on suppose que la longrine est parfaitement centrée, donnant ainsi lieu à une loi rectangulaire des contraintes sur le terrain. (B) Diagramme trapézoïdal des contraintes sous la semelle: il est admis que la longrine n'est pas parfaitement centrée, c'est-à-dire qu'il se produit une certaine rotation de la semelle produisant un diagramme trapézoïdal des contraintes et par conséquence, un relâchement des efforts agissant sur la longrine. Ce déplacement de la résultante produit une réduction du moment sur la longrine d'environ 10%.

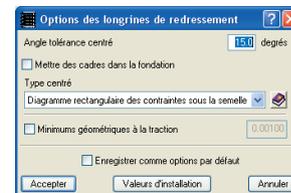


Fig. 11.13

- **Relation maximale de portée maximale poteaux/épaisseur**

C'est la relation maximale pour le dimensionnement entre la portée maximale parmi tous les poteaux de la semelle et l'épaisseur de celle-ci pour pouvoir considérer la semelle comme rigide.

- **Relation maximale débord maximal/épaisseur**

C'est la relation maximale permise dans le dimensionnement entre le débord maximal et l'épaisseur.

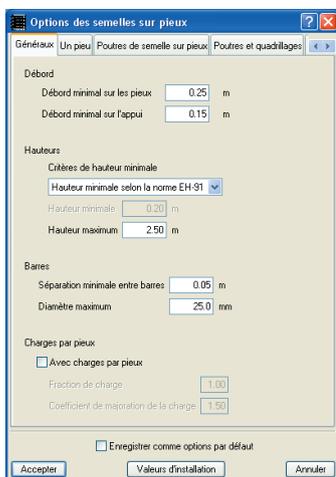


Fig. 11.14

11.3. Longrines

11.3.1. Généralités sur les longrines de liaison et de redressement

La raideur à la flexion n'est pas considérée dans les longrines de liaison ni dans les semelles filantes; en revanche, elle l'est dans les longrines de redressement, ce qui permet de centrer la charge en agissant comme une longrine

de liaison dans leur plan (tout en absorbant les moments dus au moment du poteau et à l'excentricité de l'effort normal du poteau par rapport à l'axe de la semelle et transférés à l'axe de la semelle).

On ne considère pas que les longrines puissent s'appuyer sur le terrain.

Dans le cas des longrines, apparaissent deux options permettant de choisir si elles agissent comme longrines de liaison ou de redressement.

Cela permet à une longrine allant par exemple d'une semelle mitoyenne à une semelle centrée de redresser la première et non la seconde.

11.3.2. Menu flottant des longrines

Les options relatives aux longrines sont présentes dans le menu flottant s'ouvrant lorsque vous cliquez sur **Fondation > Longrines de redressement et de liaison** dans les onglets **Entrée de poutres** et **Résultats**.



Fig. 11.15

Ce menu contient les options suivantes :

- **Entrer longrine**

Lors de l'introduction d'une longrine, vous pouvez choisir entre :

- Longrine de liaison.
- Longrine de redressement. Elles annulent les moments transmis par les poteaux, noyaux et murs à l'axe de la semelle ou semelle sur pieux. Elles centrent la charge sur des semelles de tout type, et pas seulement sur celles en angle ou mitoyennes.

- Longrine avec redressement automatique aux extrémités. C'est l'option par défaut conseillée. Elle permet au programme, une fois les semelles (d'angle, mitoyennes, centrées, etc.) introduites, de mettre en place une longrine de redressement uniquement du côté de la longrine où il y a un poteau (ou un centre géométrique ou un groupe de poteaux) excentré sur la semelle.

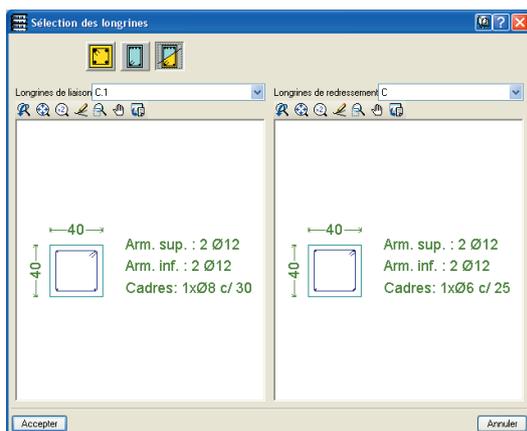


Fig. 11.16

• Editer longrine avec calcul

Après le dimensionnement général, vous pouvez modifier le résultat obtenu pour la longrine; vous pouvez également d'abord dimensionner la semelle indépendamment puis la longrine.

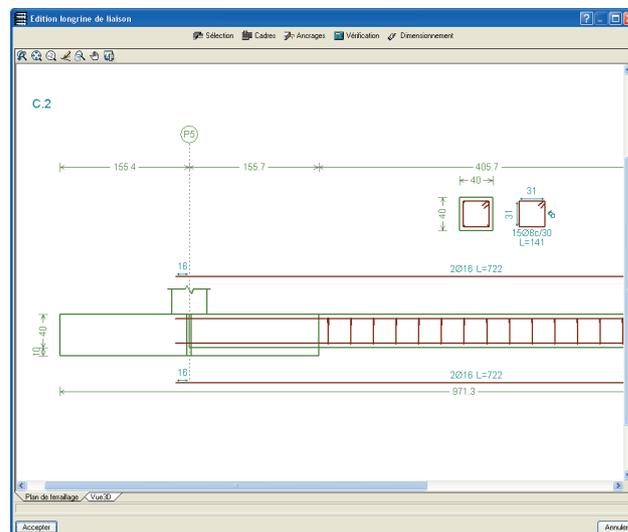


Fig. 11.17

Pour cela, sélectionnez une longrine puis cliquez sur le bouton édition.

Une fenêtre contenant les parties suivantes s'ouvrira :

- **Sélection.** Permet de modifier la longrine en gardant le type en place. Les longrines de la bibliothèque de type « LR-S » (Longrine de Redressement Symétrique) possèdent une armature symétrique entre les faces supérieure et inférieure.

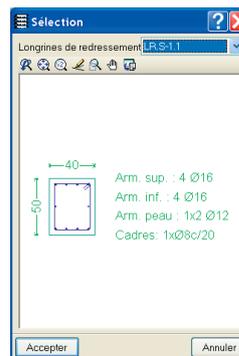


Fig. 11.18

- **Cadres.** Si ces options sont activées, les étriers de la longrine de liaison s'étendent du parement extérieur de la fondation jusqu'aux fers en attente du poteau.
- **Ancrages.** Permet de modifier les longueurs d'ancrage à partir des axes des poteaux aux deux extrémités de la longrine.
- **Vérification.** Vérifie la longrine actuelle. Après le processus, vous pouvez optionnellement obtenir une liste des vérifications effectuées.



Fig. 11.19



Fig. 11.20

Vérification		
Référence: C.1 [P5 - P3] (Longrine de liaison)		
-Dimensions: 40,0 cm x 40,0 cm		
-Armature supérieure: 2 Ø12		
-Armature inférieure: 2 Ø12		
-Cadres: 1xØ8 c/30		
Vérification	Valeurs	État
Recommandation pour la largeur minimale de la longrine de liaison: 7. Calavera, "Cálculo de Estructuras de Cementación" 4ª edición, INTEMAC, Parte 3.15 (pag.126).	Minimum: 20.4 cm Calculé: 40 cm	Vérifiée
Recommandation pour le débord minimal de la longrine de liaison: 7. Calavera, "Cálculo de Estructuras de Cementación" 4ª edición, INTEMAC, Parte 3.15 (pag.126).	Minimum: 20.4 cm Calculé: 40 cm	Vérifiée
Diamètre minimum cadres:	Minimum: 6 mm Calculé: 8 mm	Vérifiée
Séparation minimale entre cadres: Eurocódigo 2, Article 5.2.1.1.	Minimum: 2 cm Calculé: 29.2 cm	Vérifiée
Séparation minimale armature longitudinale: Eurocódigo 2, Article 5.2.1.1.	Minimum: 2 cm Calculé: 28 cm	Vérifiée
-Armature supérieure: -Armature inférieure:	Calculé: 28 cm Calculé: 28 cm	Vérifiée Vérifiée
Séparation maximale cadres: -Sans effort tranchant: Article 44.2.3.4.1 (norme EHE-98)	Maximum: 30 cm Calculé: 30 cm	Vérifiée
Séparation maximale armature longitudinale: Article 42.3.1 (norme EHE-98)	Maximum: 30 cm Calculé: 28 cm	Vérifiée
-Armature supérieure: -Armature inférieure:	Calculé: 28 cm Calculé: 28 cm	Vérifiée Vérifiée
Toutes les conditions sont vérifiées		
Information additionnelle:		
- Diamètre minimum de l'armature longitudinale (Recommandation de l'Article 59.8.2 de l'EHE-98): Minimum: 12.0 mm, Calculé: 12.0 mm (Vérifiée)		
- Il n'y a pas d'état de charge sur la fondation.		

Fig. 11.21

- **Dimensionnement.** Calcule automatiquement une longrine vérifiant toutes les limites imposées par la norme et l'utilisateur. Après le processus, vous pouvez

optionnellement obtenir une liste des vérifications effectuées.

- Plan de ferrillage.

Section transversale. Permet de voir une coupe transversale de la longrine, avec ses armatures et ses dimensions.

Armature longitudinale. De la même manière, vous pouvez voir l'armature et ses dimensions longitudinalement.

- **Vue 3D.** Permet d'afficher une vue 3D de la longrine.

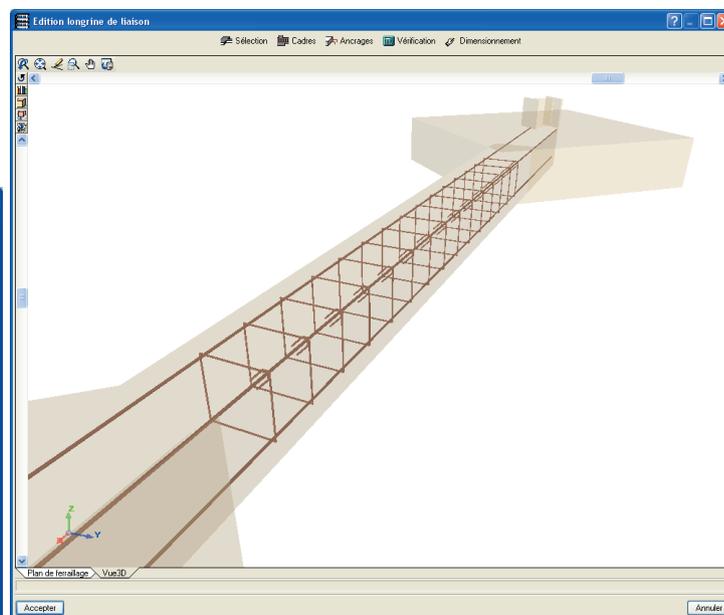


Fig. 11.22

• Effacer longrine

Une fois cette option activée, vous pouvez effacer les longrines que vous souhaitez en effectuant un simple clic gauche sur celles-ci.

- **Centrer extrémités**

Permet d'éliminer le centrage d'une extrémité d'une longrine de liaison en cliquant sur celle-ci.

- **Egaliser**

Dans le nouveau menu flottant des longrines, a été implémentée une nouvelle option permettant d'égaliser les longrines de redressement.

Cette option permet de copier le type de longrine de liaison à partir d'une fondation déjà calculée sur d'autres longrines de liaison de l'ouvrage.

Avec cette option, vous pouvez égaliser les sections de longrines de liaison et de redressement proposées par le programme après le dimensionnement. Vous pourrez ainsi réduire le nombre de types de longrines distincts dans l'ouvrage, afin d'obtenir des résultats plus uniformes.

Vous pouvez copier une longrine de liaison ou une panne sur une autre longrine de liaison ou panne de section supérieure. Si la section est insuffisante, elle se dessinera en rouge.

Les longueurs d'ancrage des longrines ou pannes égalisées sont recalculées après l'assignation. Celle prise comme modèle n'est pas modifiée.

11.4. Génération automatique des semelles et longrines

Cette option créera les semelles et les longrines en suivant les paramètres déterminés.

S'ouvre une fenêtre dans laquelle doivent être fixés les paramètres qui seront utilisés plus tard pour générer les longrines et les semelles.

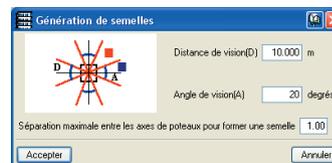


Fig. 11.23

Un débord sera égal à 0 si, dans une direction, il existe un poteau en face mais pas à l'opposé.

Distance (D) et angle (A) de vision. Tout poteau faisant face dont l'axe est éloigné de l'axe du poteau de génération d'une distance inférieure à D et dont l'angle formé par ceux-ci se trouve compris dans A sera pris en guise de face à la génération des longrines de liaison.

Séparation maximale entre les axes des poteaux pour former une semelle. La distance maximale par défaut entre les axes des poteaux pour la création de semelles combinées est de 1 m (limite possible: 3 m).

Après avoir généré la fondation, vous pourrez modifier les semelles et les longrines qui ne sont pas comme vous le désirez en utilisant les options **Editer** des menus flottants **Eléments de fondation** et **Longrines de redressement et de liaison**.

11.5. Calcul et résultats

11.5.1. Dimensionner

Cette option permet de calculer et de dimensionner simultanément une fondation formée de semelles superficielles, de semelles sur pieux, de plaques d'ancrage, de longrines de liaison et de longrines de redressement.



Fig. 11.24

Dans le cas où il apparaît des erreurs ou des avis lors du dimensionnement de certains éléments, vous en serez averti au moment de l'exécution de cette option, après quoi vous devrez sélectionner l'option **Erreurs de vérification**.

Etant donné qu'il peut y avoir plusieurs niveaux de fondation, il est également possible de sélectionner les groupes de niveaux pour lesquels vous désirez calculer la fondation.

Il existe également trois options de dimensionnement commentées dans l'aide à l'écran du programme.

Souvenez-vous que vous devez calculer la structure complète pour calculer les efforts aux amorces des poteaux.

11.5.2. Erreurs de vérification

Après le dimensionnement, si vous activez cette option, les éléments de fondation présentant des problèmes de dimensionnement se coloreront en rouge. En cliquant dessus, vous ferez apparaître un message vous informant des erreurs produites lors du dimensionnement et des conditions non satisfaites.

11.5.3. Eliminer recouvrement

Après le dimensionnement de la fondation, dans le cas où se superposent plusieurs semelles, vous en serez averti et pourrez utiliser cette option ou bien modifier la disposition des éléments de fondation.

Dans le cas où vous éliminez automatiquement les recouvrements, le programme place une semelle superficielle ou sur pieux commune à plusieurs poteaux.

11.6. Récapitulatifs et plans

11.6.1. Récapitulatif de la fondation

Le récapitulatif fournit un rapport des données des semelles superficielles, des semelles sur pieux, des longrines et des plaques d'ancrage avec leurs dimensions et les vérifications effectuées.

Récapitulatif fondations		Longueur semelle Y: 175.0 cm		Epaisseur: 75.0 cm	
(P3-P4)	Semelle rectangulaire excentrées	Sup X: 5020 c/ 17	Sup Y: 10012 c/ 18	Inf X: 5012 c/ 18	Inf Y: 10012 c/ 18
	Longueur initiale X: 199.0 cm				
	Longueur initiale Y: 19.0 cm				
	Longueur finale X: 136.0 cm				
	Longueur finale Y: 80.0 cm				
	Longueur semelle X: 335.0 cm				
	Longueur semelle Y: 95.0 cm				
	Epaisseur: 60.0 cm				

1.2.- Quantitatif					
Reference: P1	B 400 S, CN				Total
Nom de l'armature	Ø6	Ø12	Ø20		
Nappe d'acier inférieure - Armature X	Longueur (m)			6x1.03	10.98
	Poids (kg)			6x4.51	27.08
Nappe d'acier inférieure - Armature Y	Longueur (m)			6x1.83	10.98
	Poids (kg)			6x4.51	27.08
Amorce - Cadres	Longueur (m)	3x1.06			3.18
	Poids (kg)	3x0.24			0.71
Amorce - Armature longitudinale	Longueur (m)		4x1.09		4.36
	Poids (kg)		4x0.27		3.87
Total	Longueur (m)	3.18	4.36	21.96	
	Poids (kg)	0.71	3.87	54.16	58.74
Total avec pertes (10.00%)	Longueur (m)	3.50	4.80	24.16	
	Poids (kg)	0.78	4.26	59.57	64.61

Reference: P2					
B 400 S, CN				Total	
Nom de l'armature	Ø6	Ø16	Ø20		
Nappe d'acier inférieure - Armature X	Longueur (m)			4x2.00	8.00
	Poids (kg)			4x4.93	19.73
Nappe d'acier inférieure - Armature Y	Longueur (m)			8x1.38	11.04

Fig. 11.25

11.6.2. Plan de niveau de fondation et plan de ferrailage

Parmi les plans de niveau apparaissent deux types qui sont **Fondation** et **Plan de ferrailage fondation**.

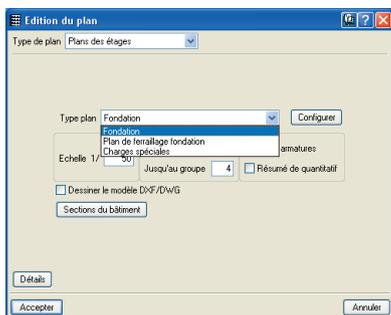


Fig. 11.26

Dans le premier, apparaît par défaut la fondation, les amorces des poteaux, l'armature et les dimensions des semelles et le cadre des semelles et longrines de liaison et de redressement.

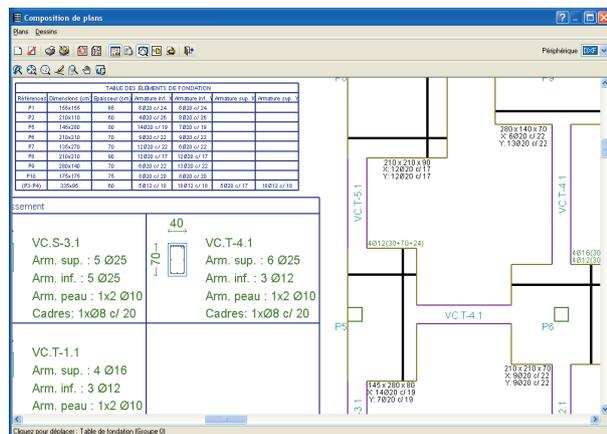


Fig. 11.27

Dans le second, apparaissent les plans des semelles superficielles, semelles sur pieux et plaques d'ancrage.

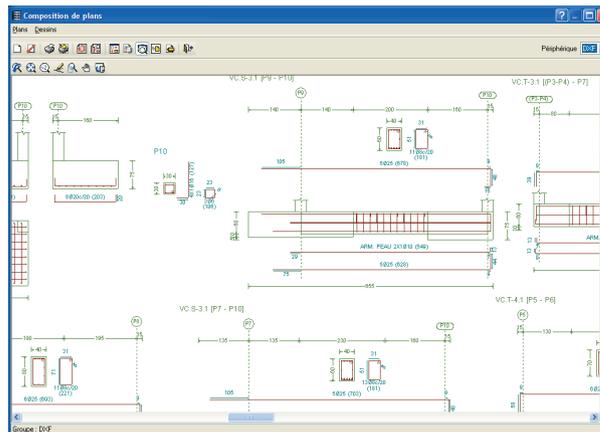


Fig. 11.28

Dans la configuration des plans de niveau, apparaissent deux dossiers : **Semelles** et **Fondation**.

Le premier contient fondamentalement les données du dessin dans le niveau et les amorces de la fondation et le second les plans et cadres des armatures.

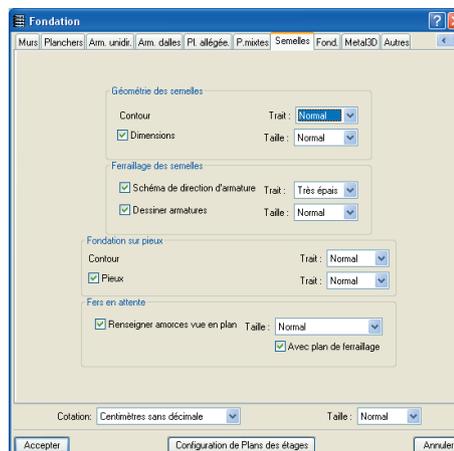


Fig. 11.29

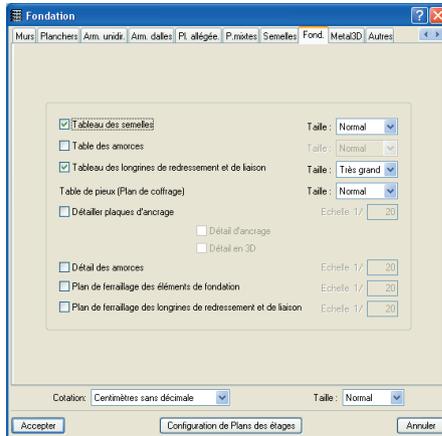


Fig. 11.30

Dans le plan de coffrage, sont dessinées les semelles superficielles, les semelles sur pieux, les pieux, tables de pieux, etc.

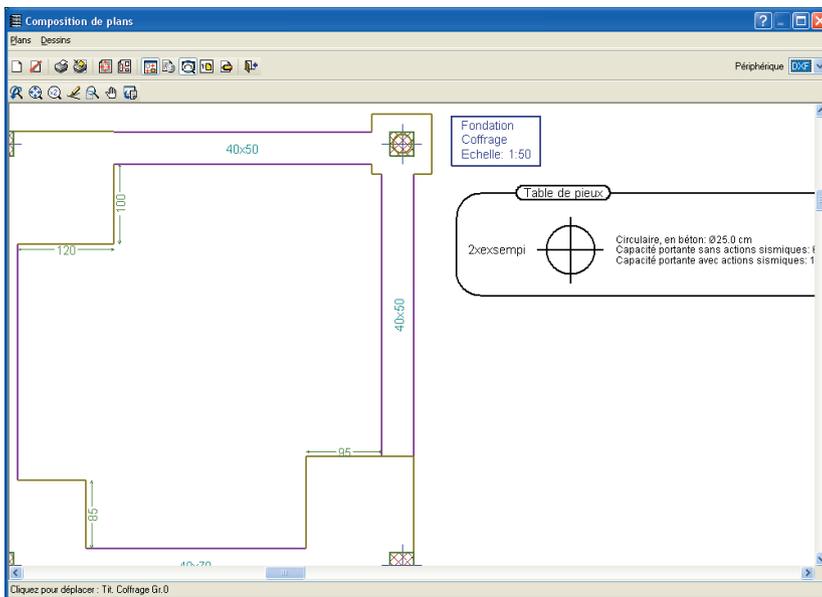


Fig. 11.31

12. Isovaleurs et déformée

12.1. Isovaleurs

Vous accéderez à l'écran des isovaleurs en sélectionnant l'onglet **Isovaleurs** de la partie inférieure de la fenêtre de CYPECAD. Les graphiques des efforts et déplacements sont présentés en couleurs où chaque ton possède une valeur déterminée. Les graphiques peuvent également être représentés via les **Isolignes**.

Les isolignes sont des graphiques semblables aux courbes de niveau en topographie, mais dans ce cas chaque ligne représente l'emplacement géométrique des points avec le même effort ou déplacement.

Les graphiques des isovaleurs ou isolignes peuvent être affichés et imprimés séparément ou combinés entre eux.

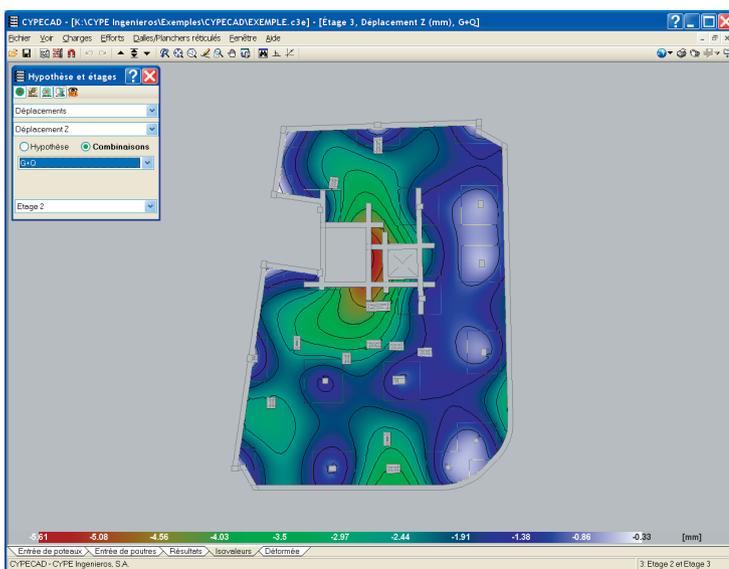


Fig. 12.1

L'échelle des couleurs visible en bas de la fenêtre indique les valeurs respectives associées aux couleurs ainsi que les valeurs minimale et maximale aux extrémités.

12.1.1. Fenêtre Hypothèses et niveaux

La fenêtre des Isovaleurs comprend une fenêtre flottante appelée **Hypothèses et niveaux** dans laquelle la visibilité des isolignes et de leurs valeurs peut être activée et désactivée. Dans cette fenêtre, il est également possible de sélectionner l'hypothèse simple ou la combinaison que vous souhaitez visualiser ainsi que ce que vous souhaitez voir représenté (déplacements, efforts, etc.).

Les diagrammes de déplacements, d'efforts ou de ratios dans les planchers réticulés et les planchers-dalles sont représentés par niveau et en couleur. Ils représentent l'hypothèse simple ou la combinaison sélectionnée à ce moment.



Fig. 12.2

Déplacements : il est possible de voir les graphiques des isovaleurs et isolignes pour des combinaisons d'hypothèse ou pour des hypothèses simples.

- Déplacement z. Déplacement vertical. Unités en mm. Les valeurs négatives représentent une descente verticale.
- Rotation x. Rotation autour de l'axe x de la maille.
- Rotation y. Rotation autour de l'axe y de la maille.

Efforts : Les efforts peuvent être sélectionnés pour une hypothèse ou pour une combinaison donnée.

- Effort tranchant total. Racine carrée de la somme des carrés des efforts tranchants X et Y.
- Effort tranchant X. Effort tranchant suivant l'axe x de la maille.
- Effort tranchant Y. Effort tranchant suivant l'axe y de la maille.
- Moment X. Moment fléchissant suivant l'axe x de la maille.
- Moment Y. Moment fléchissant suivant l'axe y de la maille.
- Moment XY. Torseur dans le plan du niveau.

Efforts de dimensionnement : L'effort de dimensionnement en un point est la valeur de l'enveloppe des efforts en ce point qui engendre l'armature la plus défavorable

- Effort tranchant total. Racine carrée de la somme des carrés des efforts tranchants X et Y.
- Effort tranchant X. Effort tranchant suivant l'axe x de la maille.
- Effort tranchant Y. Effort tranchant suivant l'axe y de la maille.
- Moment X, pourcentage inférieur. Moment fléchissant suivant l'axe x de la maille, utilisé pour calculer l'armature inférieure.

- Moment Y, pourcentage inférieur. Moment fléchissant suivant l'axe y de la maille, utilisé pour calculer l'armature inférieure.
- Moment X, pourcentage supérieur. Moment fléchissant suivant l'axe x de la maille, utilisé pour calculer l'armature supérieure.
- Moment Y, pourcentage supérieur. Moment fléchissant suivant l'axe y de la maille, utilisé pour calculer l'armature supérieure.

Ratios : Les sections d'acier visibles sur les plans représentent la section d'acier requise pour l'effort de dimensionnement en ce point, c'est-à-dire dans le cas le plus défavorable.

- Inférieure, direction X. Ratio géométrique en cm^2/m dû au moment fléchissant x positif de la maille.
- Inférieure, direction Y. Ratio géométrique en cm^2/m dû au moment fléchissant y positif de la maille.
- Supérieure, direction X. Ratio géométrique en cm^2/m dû au moment fléchissant x négatif de la maille.
- Supérieure, direction X. Ratio géométrique en cm^2/m dû au moment fléchissant y négatif de la maille.

Contraintes sur le terrain : Cette option est disponible dans le cas de radiers.

- Contrainte maximale. Contrainte la plus défavorable du plancher sur le sol.
- Décollement. Valeur du décollement en millimètres.
- Par hypothèse. Contrainte par hypothèse ou par combinaison.

Pour certaines de ces options, telles que **Efforts de dimensionnement** ou **Ratio**, apparaissent deux cases per-

mettant de spécifier une limite supérieure et une limite inférieure pour les valeurs représentées. Les zones dont les efforts ou ratios restent en dehors du rang spécifié ne change pas de gamme de couleur et sont représentées avec le ton indiqué dans la légende pour les limites supérieures ou inférieures.

Il est également possible de sélectionner une seule des limites pour localiser la surface se trouvant au-dessus de la valeur maximale ou en dessous de la valeur minimale, selon que vous spécifiez une limite ou l'autre.

Ces options peuvent par exemple permettre de voir que les zones d'une dalle nécessitent des renforts supplémentaires à l'armature de base, que des zones conviennent avec un renfort déterminé, etc.

Dans le cas des contraintes maximales, il est possible de spécifier une limite minimale de la contrainte maximale pour visualiser à l'écran les zones du radier dont les contraintes maximales dépassent la valeur minimale spécifiée. Cela est utile pour voir s'il y a des zones de contraintes supérieures à celle admissible en introduisant comme valeur minimale la contrainte admissible du terrain.

12.1.2. Menu Efforts

Ce menu permet de visualiser les efforts dans les poutres, les poutrelles, les dalles alvéolées et les planchers mixtes. Les résultats peuvent être visualisés par hypothèse, combinaison ou enveloppe.

12.1.3. Menu Fenêtre

Les isovaleurs peuvent être consultées dans plusieurs fenêtres simultanément, de manière à pouvoir visualiser, par exemple, les valeurs de déplacement du niveau pour l'hypothèse de poids propre et la charge d'exploitation simul-

tanément. De la même façon, les fenêtres correspondantes peuvent être obtenues à différents niveaux. La définition des fenêtres est conservée lorsque vous changez d'onglet, mais pas si vous sortez du programme.

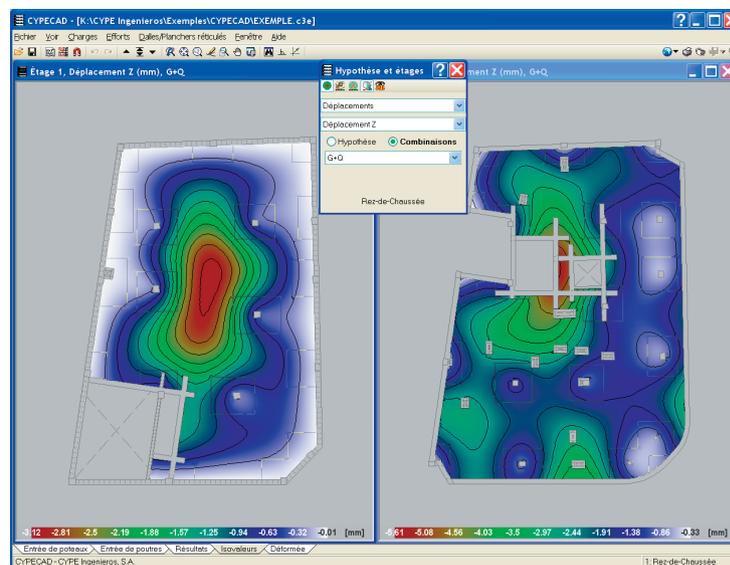


Fig. 12.3

12.2. Déformée

12.2.1 Vue 3D de la déformée de la structure

Après avoir calculé un ouvrage, il est possible de voir la déformée de la structure. Il est possible de visualiser la déformée maximale causée par une hypothèse simple déterminée ou par une des combinaisons d'hypothèses simples.

Cette option apparaît dans l'onglet **Déformée**.

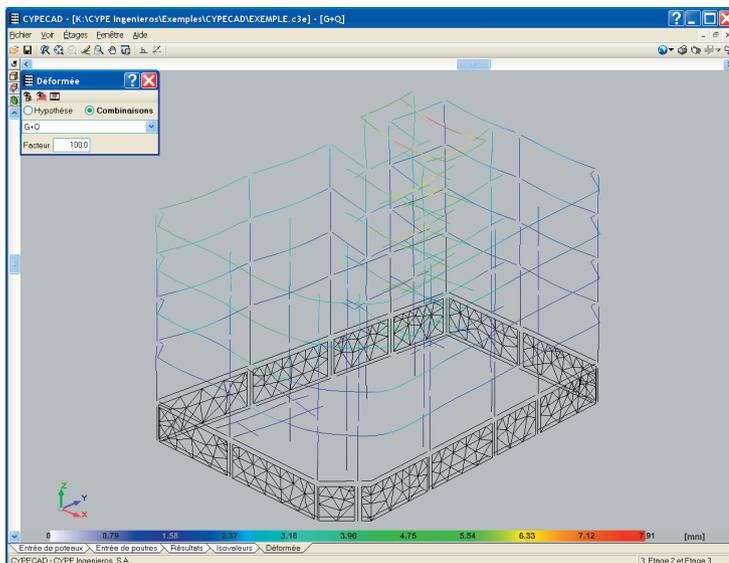


Fig. 12.4

Dans cette fenêtre apparaît une boîte de dialogue dans laquelle une série d'options permettent de configurer la visualisation de la déformée. Les possibilités sont les suivantes :

- Visualiser la déformée d'hypothèses ou de combinaisons.
- Sélectionner l'hypothèse ou la combinaison.
- Changer l'échelle.
- Voir la structure (joint le mode solide au mode filaire).
- Voir les planchers réticulés et les planchers-dalles.
- Voir une animation de la déformée.



Fig. 12.5

Chacune des options de ce dialogue possède une aide décrivant précisément leur fonctionnement.

La vue de la déformée et son animation sont des outils efficaces pour préciser les comportements inusuels de la structure et les dimensionnements complexes causés par son design ou par des actions extérieures.

12.2.2. Indication de la valeur de la déformée avec échelle des couleurs

Les éléments structuraux (dans leurs positions déformées) sont dessinés avec un dégradé de couleurs en fonction des déplacements auxquels ils sont soumis pour une hypothèse ou pour une combinaison déterminée. De cette façon, on distingue clairement la façon dont se déforme la structure dans son ensemble ainsi que chaque élément structural.

En plus de l'information qualitative offerte à l'écran par les couleurs, les valeurs des déplacements représentés par ces couleurs peuvent être consultées au bas de la fenêtre.

La valeur du déplacement représenté à l'écran est le résultat vectoriel des trois composantes Δx , Δy et Δz .

De la même façon que dans la fenêtre des Isovaleurs, plusieurs fenêtres peuvent être ouvertes simultanément pour la visualisation et la comparaison de la déformée sous différents états de charges.

12.2.3. Sélection des niveaux pour visualiser leur déformée

Dans l'onglet **Déformée**, il est possible de sélectionner les niveaux dont vous désirez visualiser la déformée grâce à l'option **Sélection des niveaux** se trouvant dans le menu **Niveaux**. Cette option se révèle utile lorsque l'on veut consulter séparément la déformée d'un niveau déterminé ou d'un ensemble de niveaux.

13. Tables et bibliothèques

13.1. Tables d'armatures

Le programme possède des tables d'armatures prédéfinies pour tous les éléments en béton armé pouvant être utilisés dans CYPECAD. Toutes les tables peuvent être éditées et modifiées. Il est également possible d'en créer d'autres, totalement indépendantes. La gestion des tables d'armature se fait depuis la fenêtre **Type d'acier des barres** qui s'ouvre en cliquant sur le bouton **Options des barres** de la fenêtre **Données générales**.

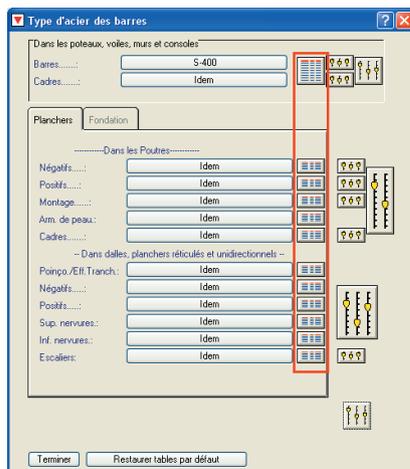


Fig. 13.1

Les icônes  vous permettent d'accéder à la table choisie.

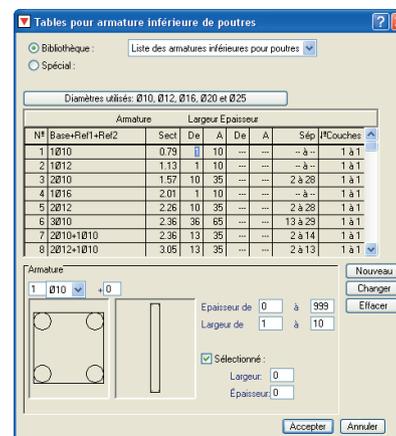


Fig. 13.2

13.1.1. Utilisation des tables d'armatures

Lors du calcul de l'ouvrage, le programme choisit dans la table sélectionnée une armature suffisante pour résister aux différents efforts et moments appliqués.

Si aucune armature ne convient, le programme émet un message d'erreur, et vous devez alors revoir la table d'armature.

Lors de la création ou la modification d'une table, veillez à la cohérence des données introduites.

13.1.2. Restaurer tables par défaut

Ce bouton, situé dans la partie inférieure de la fenêtre **Type d'acier des barres**, s'ouvrant en cliquant sur **Ouvrage > Données générales > bouton Par position**, permet de restaurer les tables d'armature originales ou prédéfinies dans le cas où vous les auriez modifiées. Après avoir restauré la table par défaut, dans le cas où elle serait différente de celles modifiées par l'utilisateur, le programme vous demande quelles tables vous désirez conserver. Dans la fenêtre s'ouvrant, sélectionnez l'option **Remplacer la table de l'ouvrage par la table type** si vous voulez récupérer les tables originales.

Dans tous les cas, les tables ajoutées par l'utilisateur à celles prédéfinies seront conservées.

13.2. Bibliothèques de profils

CYPECAD contient des bibliothèques prédéfinies de profils. Ces bibliothèques ont été fournies par les fabricants et permettent d'utiliser directement les profils avec leurs dimensions et caractéristiques sans avoir à les redéfinir.

Il est également possible de créer de nouveaux profils et de nouvelles bibliothèques.

13.2.1. Edition d'un profil de manière isolée

Vous pouvez créer un profil quelconque en sélectionnant l'option **Editable** dans le champ **Données du profil** de la fenêtre **Description de profil**. Toutes les dimensions et caractéristiques peuvent être modifiées.

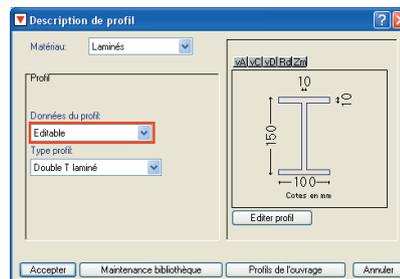


Fig. 13.3

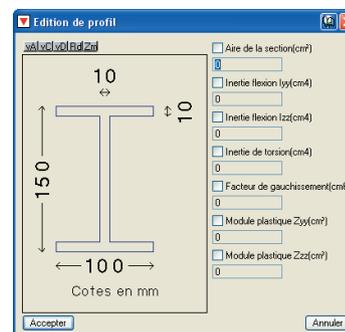


Fig. 13.4

13.2.2. Gestion des bibliothèques

Lorsque vous souhaitez utiliser des profils d'une bibliothèque vous devez impérativement les importer à la bibliothèque de l'ouvrage.

13.2.2.1. Utilisation des bibliothèques existantes

La gestion des bibliothèques se fait dans la fenêtre **Bibliothèque de profils** qui s'ouvre en cliquant sur le bouton **Profils de l'ouvrage** de la fenêtre **Description de profil**.

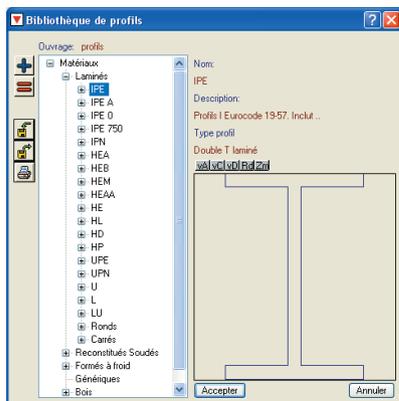


Fig. 13.5

La bibliothèque apparaissant par défaut est celle définie dans la fenêtre **Sélection de bibliothèques** qui s'ouvre en cliquant sur le bouton **Maintenance bibliothèque** présent dans la fenêtre **Description de profil**.

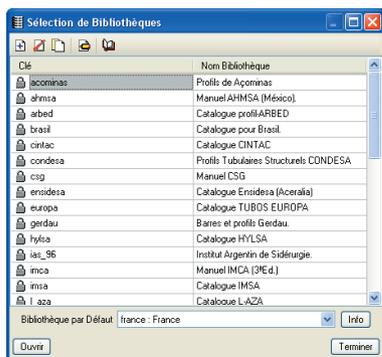


Fig. 13.6

Vous pouvez importer d'autres bibliothèques en cliquant sur l'icône d'importation .

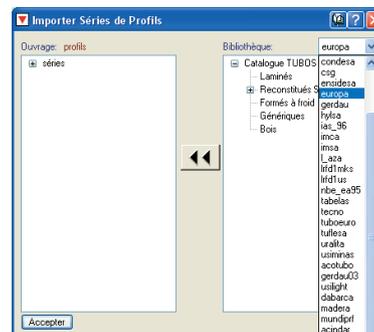


Fig. 13.7

13.2.2.2. Edition des bibliothèques

Il est possible d'ajouter des profils à la bibliothèque définie dans l'ouvrage en cliquant sur l'icône , de copier des profils en cliquant sur l'icône , de les éditer  et de les supprimer .

13.2.2.3. Création de bibliothèques

Vous pouvez créer une nouvelle bibliothèque soit en créant directement une nouvelle bibliothèque dans la fenêtre **Sélection de bibliothèques** et en important ensuite les profils désirés, soit en exportant des profils déterminés de l'ouvrage via l'icône  de la fenêtre **Bibliothèque de profils**.

14. Exemple pratique

14.1. Introduction

Vous trouverez ci-dessous un exemple pratique d'initiation pour l'utilisateur dont l'objectif est de :

- Vous offrir une guide du processus d'organisation des données d'une structure.
- Faciliter vos premier pas avec le programme.
- Analyser les résultats.
- Obtenir les plans et les listes nécessaires.

Dans cet exemple, la structure est entièrement en béton armé et composée de piliers, poutres et planchers sur poutrelles.

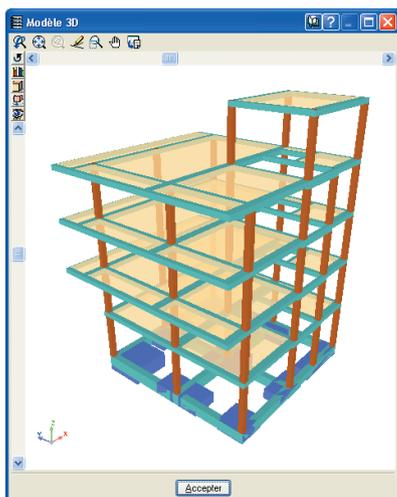


Fig. 14.1

Il existe un cours plus avancé, publié par **CYPE Ingenieros**, intitulé **Cours pratique de CYPECAD**, qui peut être étudié une fois que vous aurez assimilé cet exemple.

Le fichier de l'exemple pratique qui va suivre est inclus dans le programme. Pour y accéder et installer le fichier DXF qui servira de fond de plan pour l'introduction des données, suivez les étapes ci-après :

- Ouvrir le programme.
- Cliquez sur **Fichier > Gestion des fichiers**. Une fenêtre du même nom apparaît.
- Cliquez sur le bouton **Exemples**.

Dans la fenêtre **Gestion des fichiers** va alors s'afficher le fichier de l'ouvrage disponible à l'adresse **\CYPE Ingenieros\Exemples\CYPECAD** que vous ouvrirez plus tard dans l'exemple.

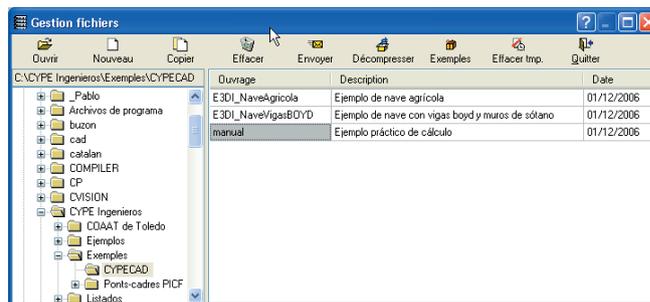


Fig. 14.2

14.2. Organisation des données

14.2.1. Plan de positionnement des piliers

Il convient de créer un plan de ce type où doivent être représentés :

- Le niveau de l'origine et de la fin de chaque alignement vertical de pilier, écran et mur.
- Leurs sections respectives prédimensionnées en hauteur.
- Les angles.
- Les points fixes.

Nous vous rappelons que nous appelons point fixe d'un pilier à ce coin, le point moyen de la face ou de l'axe duquel peut se développer en section transversale. Ce point est défini dans le but d'empêcher que les limites du bâtiment ne soient pas dépassées et que les ouvertures ne soient pas envahies. Vous devez connaître les faces qui ont leur croissance interdite.

14.2.2. Plan de section de la face du bâtiment

Ce plan doit contenir :

- Le nombre de niveaux distincts.
- L'assignation des groupes de niveaux.
- L'indication des charges permanentes et d'exploitation.
- Les hauteurs entre les plans supérieurs de planchers consécutifs.

14.2.3. Table des niveaux

A partir de ce plan, vous pourrez confectionner, en accord avec l'exemple, cette table :

Groupe	Nom du groupe	Niveau	Nom du niveau	Hauteur	Cote	Charge d'exploitation	Charge permanente
4	Salle des machines	5	Salle des machines	3.00	13.75	0.10	0.20
3	Toiture	4	Toiture	2.85	10.75	0.15	0.25
2	2 ^{ème} et 3 ^{ème} niveau	3	3 ^{ème} niveau	2.85	7.90	0.20	0.20
		2	2 ^{ème} niveau	2.85	5.05		
1	1 ^{er} niveau	1	1 ^{er} niveau	3.10	2.20	0.20	0.20
0	Fondation				-0.90		

Tabla 3.1

14.2.4. Plans de niveau

Il convient d'étudier préalablement le type de plancher, l'épaisseur, les matériaux, les charges des cloisons et des escaliers, les surcharges locales, etc., la direction des poutres et poutrelles, pour faciliter l'introduction des données.

14.2.5. Plans DXF ou DWG

Utiliser les DXF ou DWG comme plan de fond pour l'introduction des piliers est avantageux par rapport à une introduction par coordonnées ou à d'autres méthodes (cote relative, lignes de positionnement et contours). Ça le sera aussi pour les poutres de contour du bâtiment et les ouvertures pour les escaliers, patios, ascenseurs, installations, etc.

Si vous utilisez un DXF, veillez à ce que le nombre de décimales soit de 3 avant de l'exporter depuis votre programme de CAD.

Lors de l'import d'un DXF ou DWG, vérifiez également que l'unité du dessin est le mètre.

14.3. Introduction de données

14.3.1. Création de l'ouvrage

Suivez les étapes ci-dessous pour créer l'ouvrage :

- Allez dans **Fichier > Nouveau**. Dans la fenêtre, introduisez le nom de l'ouvrage et cliquez sur **Accepter**.

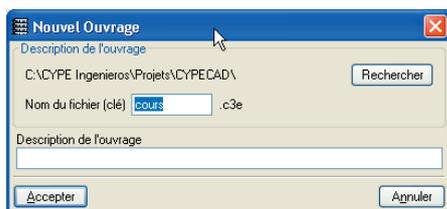


Fig. 14.3

14.3.2. Données générales

Après avoir validé la fenêtre de dialogue précédente, la fenêtre **Nouvel ouvrage** s'affichera et vous proposera de choisir entre l'option Introduction automatique et l'option **Ouvrage vide**. Avec cette dernière, vous pouvez introduire l'ouvrage depuis le début. Sélectionnez **Ouvrage vide** (mode d'introduction des données que vous allez pratiquer dans l'exemple) et cliquez sur **Accepter**. La fenêtre **Données générales** apparaît alors ; elle permet d'indiquer le nom, une description, les normes de calcul, les matériaux à utiliser, les actions horizontales, le niveau de pondération des actions, les coefficients de courbure des piliers et de modifier les tables d'armatures et les options de calcul.

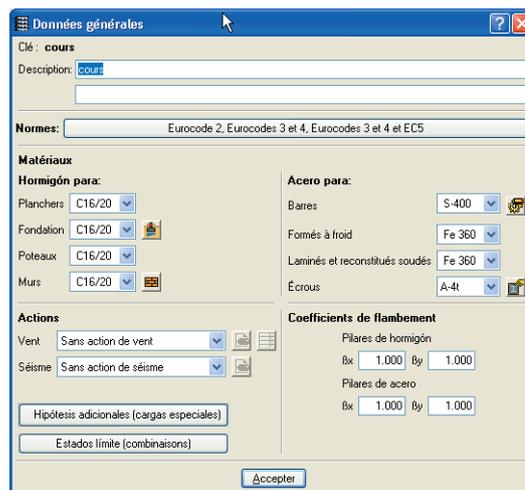


Fig. 14.4

14.3.2.1. Norme y matériaux

Vous pouvez choisir la norme de calcul du béton, de l'acier laminé et de l'acier formé à froid. Vous pouvez également choisir le type de béton pour chaque élément de la structure ainsi que le niveau de minoration de la résistance. Vous avez aussi le choix du type d'acier.

Vous devez laisser les données des normes et matériaux qui apparaissent par défaut.

Au moyen du bouton **Par position**, il est possible d'accéder aux tables d'armature et à de multiples options de calcul qui peuvent être personnalisées par l'utilisateur.

Dans cet exemple, nous dimensionnerons les piliers avec des armatures symétriques à quatre faces et avec continuité des barres. Réalisez pour cela les étapes suivantes :

- Cliquez sur le bouton **Par position**.
- Cliquez sur l'icône **Options des barres verticales**.

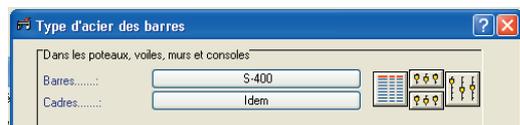


Fig. 14.5

Une nouvelle fenêtre s'ouvre.

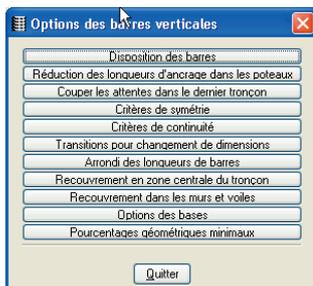


Fig. 14.6

- Cliquez sur **Critères de symétrie**. Dans la fenêtre qui apparaît, introduisez la valeur **300**.

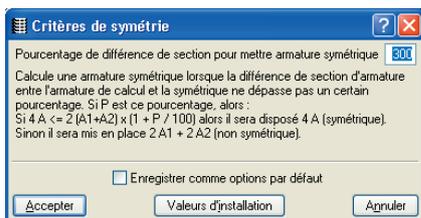


Fig. 14.7

- Cliquez sur Critères de continuité. Dans la fenêtre, sélectionnez Appliquer depuis l'avant dernier dans le menu déroulant de l'option Le nombre de barres dans les faces doit être supérieur ou égal à celui du niveau supérieur.

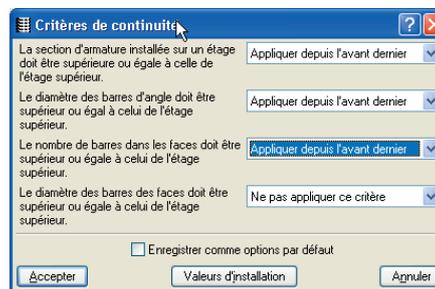


Fig. 14.8

- Assignez maintenant la contrainte admissible du terrain. Cliquez sur l'icône **Données de la fondation** dans la fenêtre **Données générales**.
- Dans la fenêtre qui s'affiche, introduisez une contrainte admissible de 2,25 kp/cm².

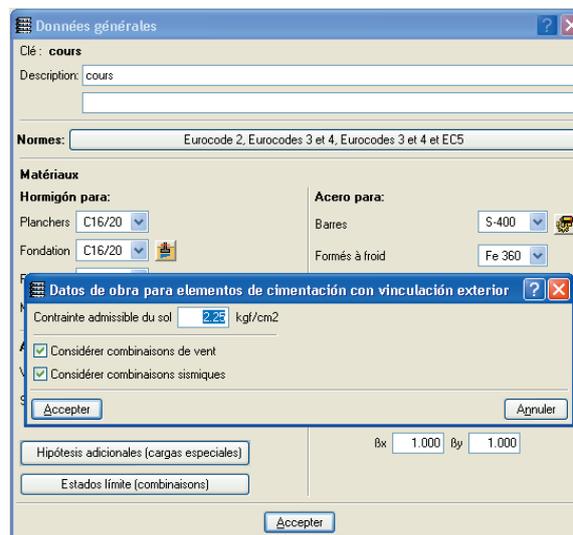


Fig. 14.9

14.3.2.2. Vent et séisme

Selon nous, lors d'un premier calcul, la structure doit être dimensionnée exclusivement pour des actions verticales et l'ajustage des piliers doit être effectué. Ensuite, dans un second calcul, les efforts horizontaux, s'il y en a, doivent être introduits et l'ajustage de tous les éléments résistants est réalisé. Si vous avez de l'expérience, vous pouvez pré-dimensionner pour effectuer un seul calcul.

Dans cet exemple pratique, il n'y aura pas d'actions horizontales introduites.

14.3.2.3. Ensemble de charges spéciales

Pour attribuer la nature des charges linéaires d'exploitation, suivez ces étapes :

- Allez à **Ouvrage > Données générales**.
- Cliquez sur le bouton **Hypothèses additionnelles (charges spéciales)**.
- Dans la boîte de dialogue, cliquez sur le bouton **Ajouter** si vous souhaitez ajouter des charges.

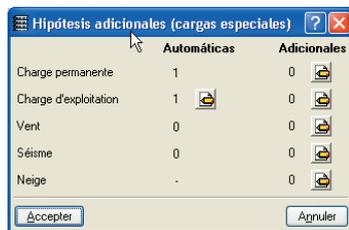


Fig. 14.10

- Cliquez sur **Accepter**.

14.3.2.4. Combinaisons

C'est le moment de sélectionner le niveau de contrôle de l'ouvrage.

- Dans la fenêtre **Données générales**, cliquez sur le bouton **Etats limites (Combinaisons)**.
- Dans le menu déroulant de la fenêtre **Etats limites** qui est apparue, choisissez la catégorie de votre bâtiment pour configurer les combinaisons à adopter pour les états limites. Ceci s'appliquera à l'ensemble des matériaux utilisés dans votre ouvrage.
- Si vous souhaitez modifier cette configuration pour un matériau en particulier, cliquez sur le bouton **Configurer combinaisons pour états limites**.
- Dans la nouvelle fenêtre, cliquez ensuite sur chacun des boutons pour lesquelles vous souhaitez modifiez les états limites à vérifier.

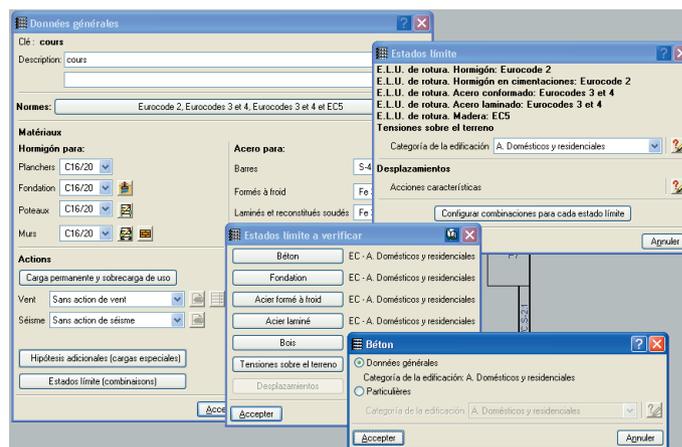


Fig. 14.11

14.3.2.5. Coefficients de courbure

Laissez les coefficients qui apparaissent par défaut.

Nous vous rappelons que si la structure se calcule à charge verticale, la valeur 1 reste du côté de la sécurité; s'il existe des actions horizontales, cette valeur est suffisamment sûre du moment que le calcul est activé avec des effets de second ordre (consultez le **Mémoire de Calcul** pour plus d'informations).

14.3.3. Définition de niveaux/groupes de niveaux

Vous trouverez ci-après la démarche pour définir les niveaux et les groupes de niveaux.

- Allez à **Introduction > Niveaux/Groupes**.
- Dans la fenêtre qui apparaît, cliquez sur le bouton Nouveaux niveaux.



Fig. 14.12

- Sélectionnez **Libres** puis **Accepter**.



Fig. 14.13

- Introduisez cinq niveaux et cliquez sur ↵. Complétez la fenêtre de dialogue comme le montre la figure 14.14 puis **Accepter**.

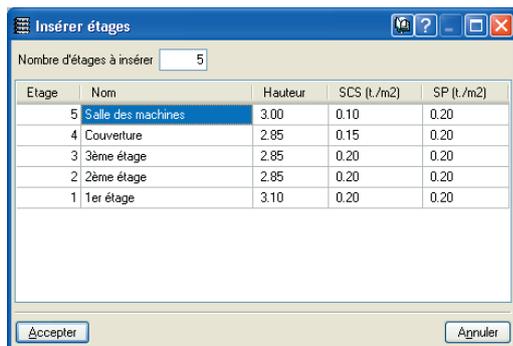


Fig. 14.14

- La fenêtre **Niveaux et groupes** s'ouvre alors avec plus d'options.



Fig. 14.15

- Groupez le second et le troisième niveau. Cliquez sur **Unir groupes**. Une fenêtre s'ouvre pour effectuer le groupage des planchers.
- Déplacez le pointeur jusqu'à ce qu'apparaisse dans la partie inférieure de la fenêtre **Unir : Plancher 2 avec Plancher 3**. Cliquez alors avec le bouton gauche de la souris puis **Accepter**.

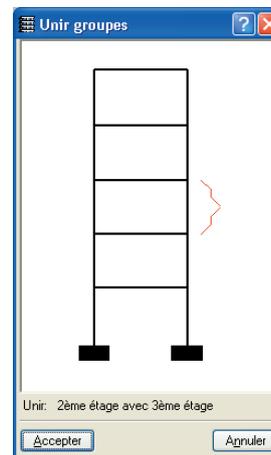


Fig. 14.16

- Vous pouvez sélectionner indifféremment une des deux options qui s'affichent étant donné que la géométrie des planchers n'a pas encore été introduite.

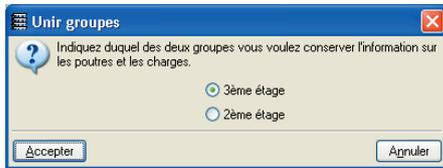


Fig. 14.17

- **Accepter.** Vous revenez alors à la fenêtre de dialogue **Niveaux et groupes.**
- Cliquez sur **Editer niveaux** et introduisez la valeur **-0,90** comme **Cote du plan de fondation.** Le programme calculera automatiquement les nouvelles cotes de chaque niveau.

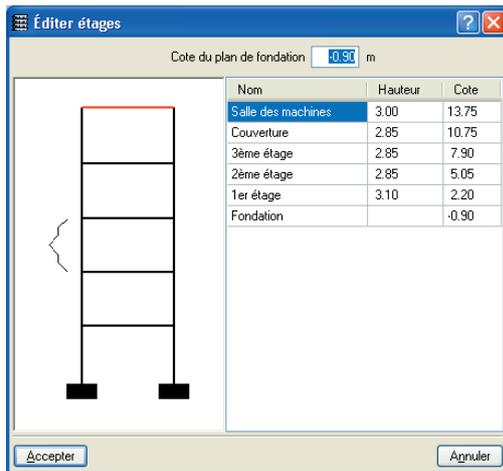


Fig. 14.18

- Cliquez sur **Editer groupes** et modifiez le nom **Planchers 2 et 3** par **2ème et 3ème niveau.**

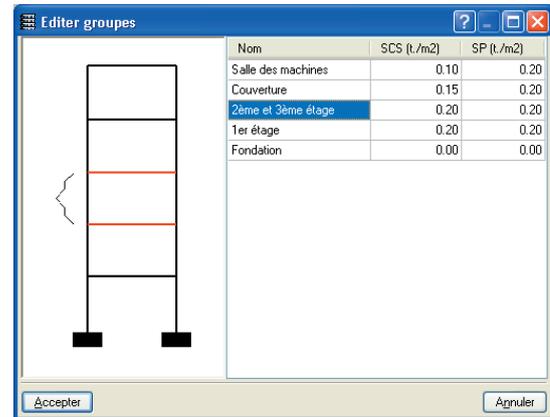


Fig. 14.19

14.3.4. Import de plans DXF ou DWG

Comme nous l'avons dit auparavant, il est plus commode d'utiliser un DXF ou DWG qui sert de plan de fond pour introduire la géométrie. Pour importer le fichier DXF ou DWG, suivez ces étapes :

- Sélectionnez l'icône **Editer fonds** de plan dans la barre d'outils. La fenêtre **Gestion des vues des fonds de plans** s'affiche alors.

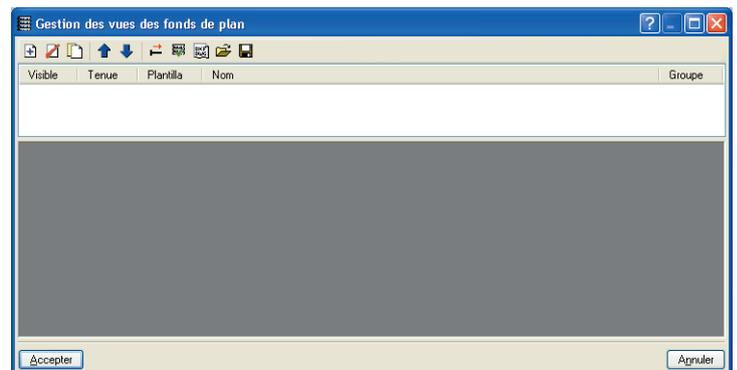


Fig. 14.20

- Cliquez sur **Ajouter**. Dans la fenêtre **Fichiers disponibles**, sélectionnez DXF ou DWG. Ensuite, allez chercher le fichier **planta_tipo.dxf** à l'adresse **\CYPE Ingenieros\Exemples\CYPECAD**. Sélectionnez le et cliquez sur **Ouvrir**.

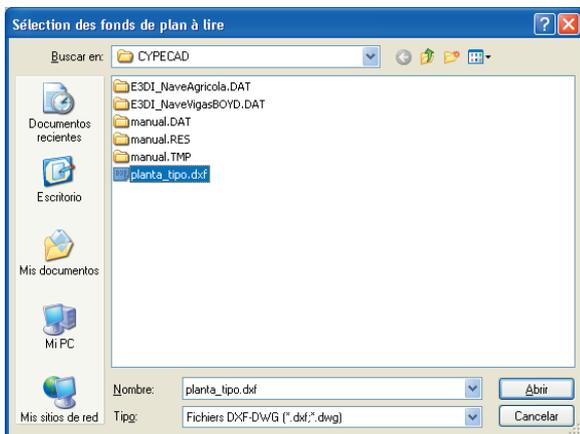


Fig. 14.21

- Cliquez sur **Accepter** pour revenir à la fenêtre de **Gestion des vues des fonds de plan**.

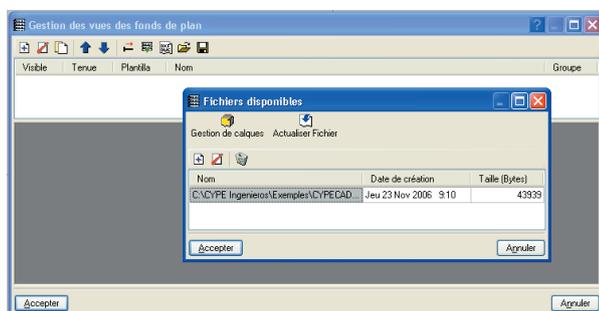


Fig. 14.22

- Cliquez de nouveau sur **Accepter** pour visualiser le fond de plan à l'écran. Répondez affirmativement à la question : **“Voulez-vous attribuer la vue à tous les groupes ?”**.

Dans cet exemple, un fond de plan a été créé (avec un programme de CAD) pour le niveau type.

14.3.5. Introduction de poteaux

- Allez dans le menu **Introduction > Poteaux**, noyaux et amorces. Vous verrez la fenêtre suivante s'afficher.

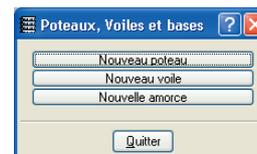


Fig. 14.23

- Cliquez sur **Nouveau poteau**. Vous allez en principe introduire tous les poteaux avec les mêmes dimensions, de **Fondation** à **Salle des machines**. Laissez toutes les données qui vous sont proposées.
- Cliquez sur **Accepter** et activez le zoom dans la barre d'outils. Faites alors un zoom sur le premier poteau du DXF.

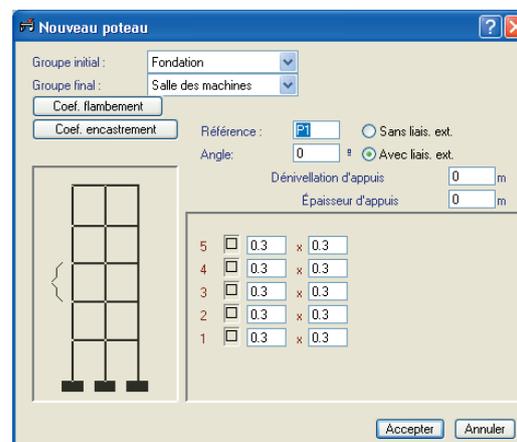


Fig. 14.24

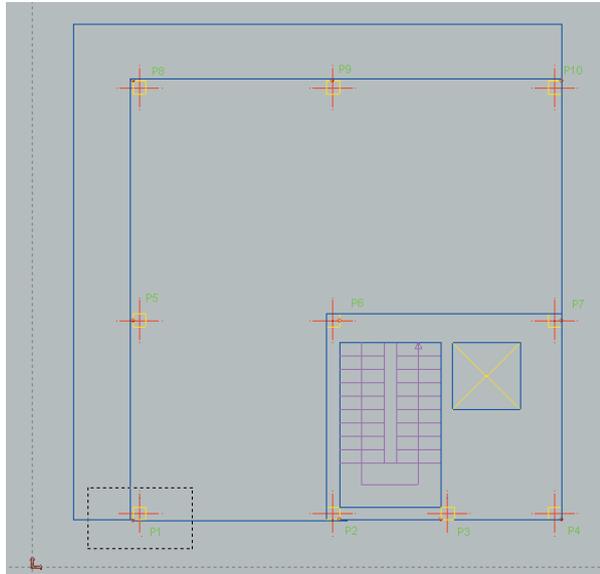


Fig. 14.25

- Cliquez sur l'icône **Captures sur fonds de plan**. Sélectionnez **Intersection** dans la fenêtre **Sélection de captures**, puis **Accepter**.



Fig. 14.26

- Placez le pointeur sur le coin inférieur gauche du poteau puisque ce sera le point fixe (marqué sur le fond de plan d'un cercle de couleur rouge). Observez que lorsque vous passez sur une intersection de deux lignes apparaît une croix qui indique le point où se trouve l'intersection.

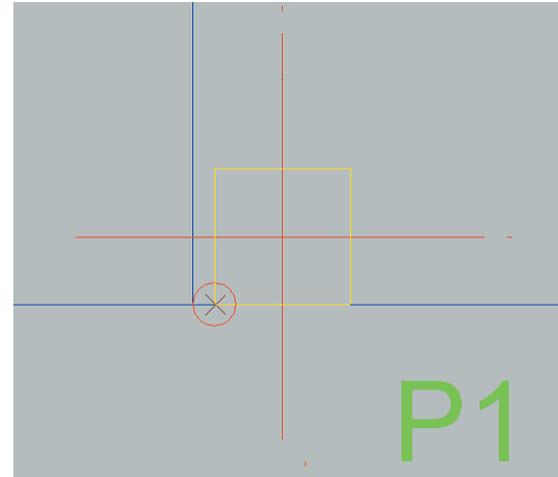


Fig. 14.27

- Cliquez alors sur le coin inférieur gauche. Vous aurez capturé le coin du poteau dessiné sur le fond de plan. Vous pouvez observer cependant que la position du poteau introduit ne coïncide pas à celle du poteau du fond de plan.

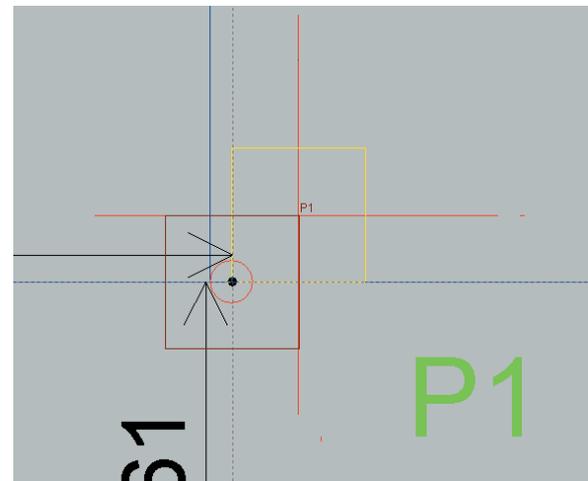


Fig. 14.28

- Pour ajuster le poteau au coin, cliquez sur le bouton droit de la souris. La fenêtre **Nouveau poteau** s'affichera. Cliquez sur **Annuler** et la fenêtre **Poteaux, noyaux, amorces** s'ouvrira.

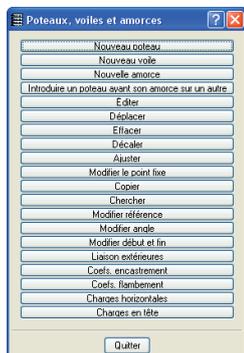


Fig. 14.29

- Sélectionnez **Editer** puis cliquez sur le poteau de coin **P1**.

Dans la fenêtre **Editer poteau**, vous pouvez voir dans le coin supérieur droit l'encart Point fixe qui contient un schéma de poteau de couleur verte.

- Cliquez sur le coin inférieur gauche du poteau. Celui se mettra en rouge.

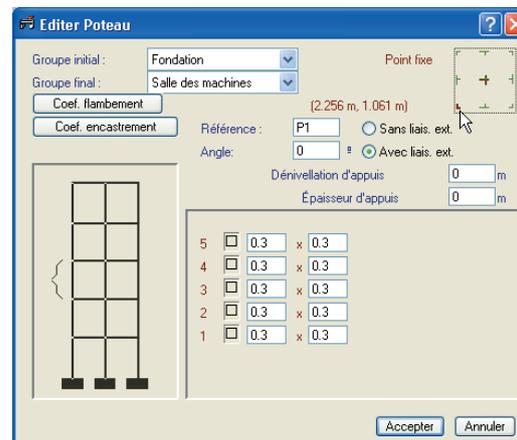


Fig. 14.30

- Cliquez sur **Accepter**.
- Cliquez sur l'icône **Fenêtre complète** et vous reviendrez à une vue complète du niveau.

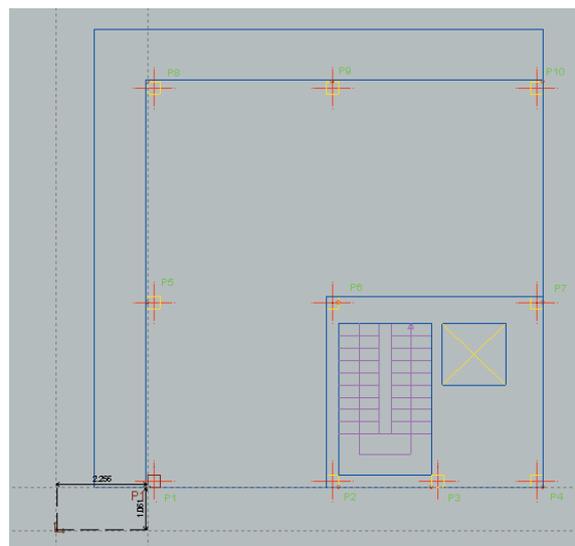


Fig. 14.31

- Zoomez sur le poteau situé à droite du précédent. Cliquez sur le bouton droit de la souris. Cliquez sur **Nouveau poteau** dans la fenêtre **Poteaux** puis dans la fenêtre **Nouveau poteau** sur **Accepter**.
- Vous devrez ici capturer le coin inférieur droit puis réaliser l'ajustement correspondant dans la fenêtre **Editer**.

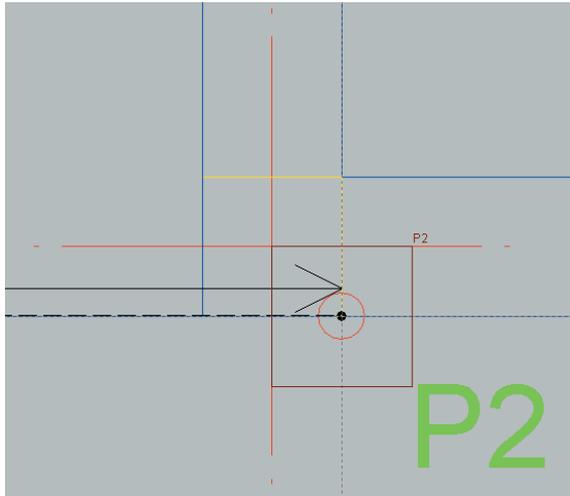


Fig. 14.32

- Introduisez le reste des poteaux en capturant toujours le point fixe qui apparaît encadré sur le fond de plan. Si vous introduisez un pilier central qui ne se trouve bloqué dans aucune direction, vous pouvez capturer l'axe central et aucun ajustement ne sera nécessaire.

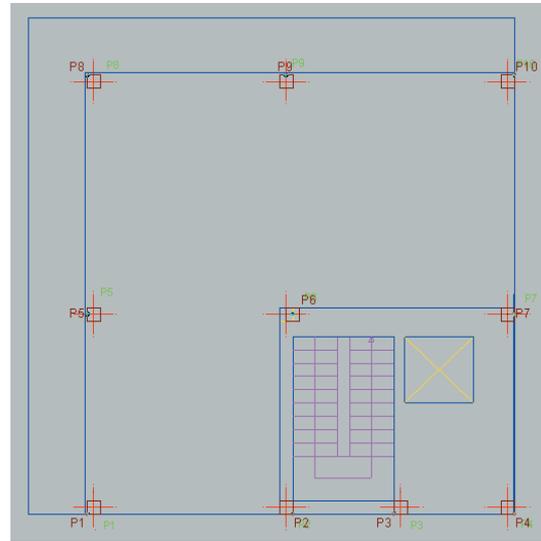


Fig. 14.34

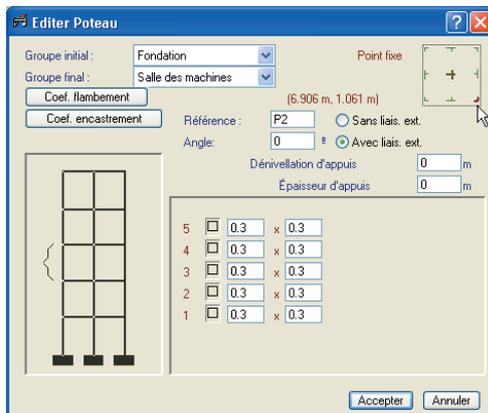


Fig. 14.33

Ce processus d'introduction des poteaux peut s'avérer lent. Vous n'avez pas à zoomer sur chaque poteau, vous pouvez travailler avec un zoom englobant plusieurs poteaux, introduire l'ensemble des poteaux en capturant les points fixes et enfin effectuer l'ajustement.

Vous pouvez aussi introduire tous les poteaux en capturant l'axe de ceux du DXF et en utilisant ensuite l'option **Modifier le point fixe** (cf. Fig. 14.29). Cette option modifie le point fixe sans déplacer le poteau.

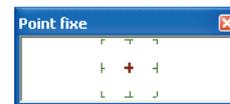


Fig. 14.35

En sélectionnant l'outil mentionné auparavant apparaît la fenêtre flottante de la figure antérieure. Dans celle-ci, vous pouvez sélectionner le point fixe que vous voulez et l'attribuer à tous les piliers que vous souhaitez.

En introduisant les poteaux de cette manière, le point fixe est l'axe du poteau. Avec l'option Modifier le point fixe, vous pouvez placer le point fixe où vous voulez sans changer la position du pilier.

Cette dernière façon d'introduire les poteaux peut s'avérer plus commode. Ayez cependant à l'esprit que pour un fonctionnement correct de celle-ci, les dimensions du poteau que vous avez introduites doivent être égales à celles du DXF. Si ce n'est pas le cas, le point fixe ne sera pas à sa place après le processus indiqué. C'est pourquoi, si vous disposez d'un DXF où les dimensions de chaque poteau sont différentes, vous devrez les modifier chaque fois que vous introduisez un poteau. Si dans ce cas, vous utilisez la méthode de capture du point fixe puis d'ajustement, vous pourrez changer les dimensions des poteaux lorsque vous les aurez tous introduits.

Nous allons maintenant modifier l'amorce et la fin des poteaux.

- Sélectionnez **Modifier début et fin**.
- Dans la fenêtre **Sélection de groupes**, désactivez la case **Groupe initial** et dans **Groupe final**, sélectionnez **Couverture** (Fig. 14.36).
- Sachant que la numérotation des piliers s'effectue de gauche à droite et de bas en haut, cliquez sur le bouton **Attribuer** puis sur les poteaux **P1, P3, P5, P8, P9 et P10** qui doivent se marquer en rouge. Ces poteaux sont ceux qui se termineront au niveau de la couverture. Les autres se termineront au niveau de la salle des machines.
- Pour terminer l'introduction des poteaux, cliquez sur l'onglet inférieur **Entrée de poutres**.

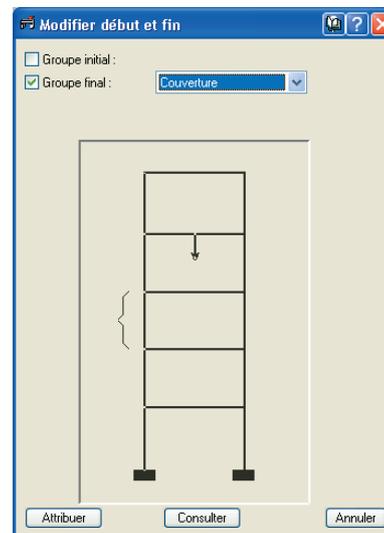


Fig. 14.36

14.3.6. Introduction du groupe 1. 1er niveau

Placez-vous au niveau du groupe 1, c'est-à-dire le premier niveau.

Dans un premier temps, activez la visibilité des références des éléments.



Fig. 14.37

14.3.6.1. Poutres

- Cliquez sur **Groupes > Références visibles**. Activez les cases **Visibles, Poteaux, Dimensions/Nom poutre** et désactivez le reste.

Nous allons maintenant passer à l'introduction des poutres.

- Cliquez sur **Poutres/Murs > Entrer poutre**. La fenêtre **Poutre actuelle** s'affiche.
- Sélectionnez une poutre plate en cliquant sur l'icône supérieure de la colonne de gauche.
- Cliquez sur la cote qui représente la largeur de la poutre y modifiez la à 0,30.

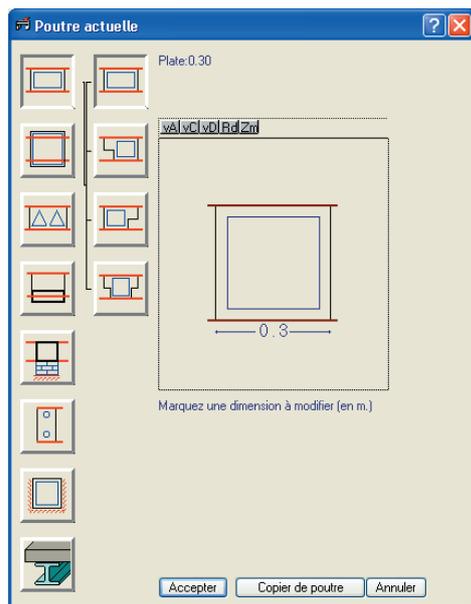


Fig. 14.38

- Cliquez sur **Accepter**. Le menu de la figure 14.39 apparaît.



Fig. 14.39

Ce menu dispose d'aides pour chaque option (introduction des poutres droites et courbées, continues ou discontinues, définitions du programme, etc.). Pour connaître le mode de fonctionnement de l'introduction de poutres, il est indispensable qu vous consultiez les aides mentionnées.

Si vous voulez changer les dimensions de la poutre à introduire, cliquez sur le premier bouton du menu de la figure 14.39 et apparaîtra alors le cadre de la figure 14.38.

Pour notre exemple, assurez-vous que les options du menu de la figure 14.39 sont sélectionnées de la manière suivante :

-  : l'option **Simple** doit être activée.
-  : selon la façon dont vous souhaitez ajuster la poutre à introduire, l'option **Gauche, Centre, Droite** doit être activée.
-  : l'option **Sans déplacement** doit être activée.
-  : l'option **Droite** doit être activée.

Tant que le menu de la figure 14.39 est à l'écran, vous êtes en mesure d'introduire des poutres. Si ce menu disparaît, vous pouvez le réactiver à partir **Poutres/Murs > Entrer poutre**.

- Vous pouvez introduire les poutres et les ajuster aux positions du DXF de deux manières. Premièrement en capturant les axes, faces ou coins des poteaux introduits et en ajustant la poutre au DXF. Deuxièmement en capturant les éléments du DXF importé si bien que la poutre s'ajuste au moment de son introduction.
- **Introduction de la poutre P1-P5 en capturant les poteaux**

- Pour capturer les axes, les faces ou les coins des poteaux, désactivez les captures de fond de plan. Pour cela cliquez sur le bouton  **Captures de fond de plan** de la barre d'outils et désactivez toutes les captures qui sont sélectionnées.



Fig. 14.40

- L'option **Centre** doit être sélectionnée dans le troisième bouton du menu **Entrer poutre** (Fig. 14.39). Cliquez sur le poteau **P1**. En capturant le centre du poteau, le pointeur prend l'apparence d'un point de couleur rouge.
- Cliquez sur le poteau **P5**.

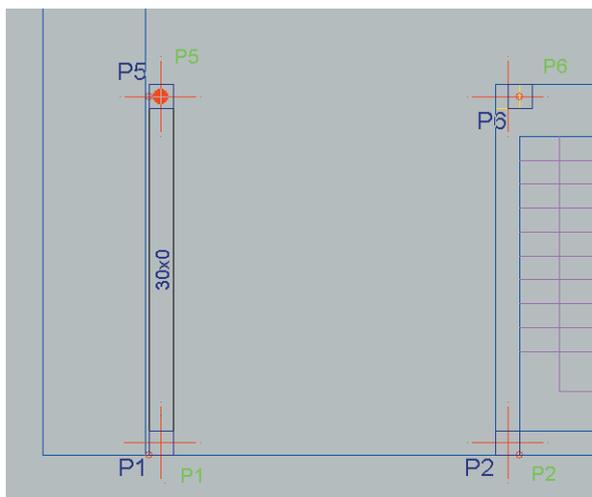


Fig. 14.41

- Après avoir introduit cette poutre, vous devez ajuster la face gauche à la ligne de façade dessinée sur le fond de plan. Pour cela, activez l'option **Plus proche** dans les captures de fond de plan.



Fig. 14.42

- Sélectionnez **Poutres/Murs > Ajuster**.
- Cliquez sur la face gauche de la poutre.

Attention: Le pointeur de la souris doit se trouver hors de la section de la poutre mais à proximité de sa face gauche. Si vous le placez à l'intérieur, ce sera l'axe de la poutre qui s'ajustera à la ligne du fond de plan.

La poutre se déplace automatiquement pour faire coïncider sa face avec la ligne de fond de plan.

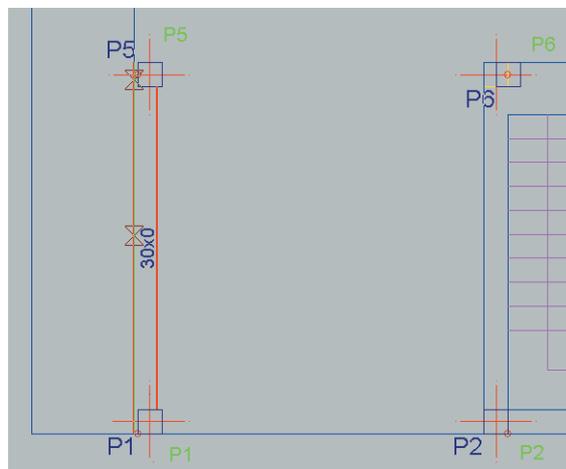


Fig. 14.43

Cet ajustage, en plus de faire coïncider la face de la poutre avec le fond de plan, permet d'établir la face fixe qui, étant une façade, est déplacé de 5 cm par rapport à la face du poteau.

En général, si il est prévu qu'un poutre puisse avoir une largeur variable et si vous voulez maintenir une face fixe après son introduction, il est nécessaire de réaliser l'ajustage (à la ligne de fond de plan, la face du poteau, etc.).

- **Introduction de la poutre P1-P5 en capturant le DXF**

- Effacez la poutre **P1-P5 (Poutres/Murs > Effacer)** pour réaliser cet autre mode d'introduction.
- Sélectionnez l'option **Poutres/Murs > Entrer poutre**.
- Activez l'option **Plus proche** dans les captures de fond de plan et désactivez toutes les autres.

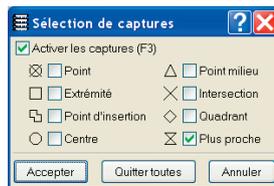


Fig. 14.44

- L'option **Gauche** doit être sélectionnée dans le troisième bouton du menu **Entrer poutre** (Fig. 14.39). Positionnez le pointeur en un point de la ligne du DXF qui délimite le bord du plancher entre les poteaux **P1** et **P5** comme représenté sur la figure ci-dessous.

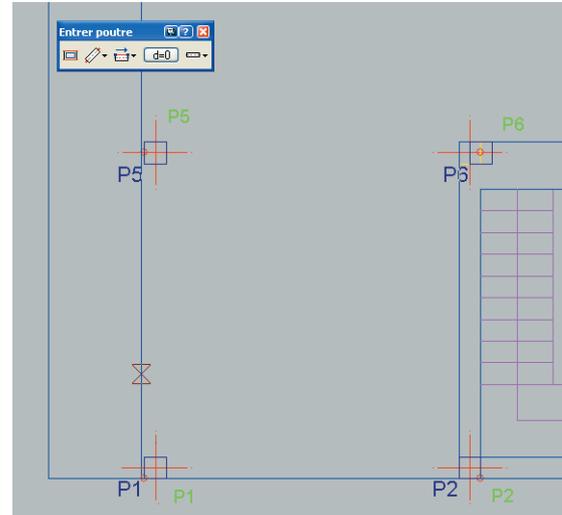


Fig. 14.45

- Le symbole Σ qui apparaît quand le curseur se rapproche d'une ligne du DXF indique que si vous cliquez gauche avec la souris, l'amorce de la poutre se fera en ce point. Introduisez le point initial et le point final de la poutre en capturant deux points de la ligne du DXF qui passe près des poteaux **P1** et **P5**. Vous devez obtenir la même chose que sur le figure 14.46.

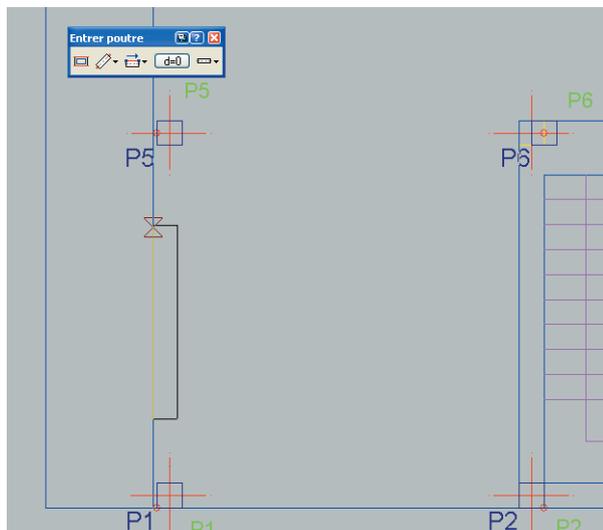


Fig. 14.46

Pour que la poutre introduite soit comprise entre les poteaux **P1** et **P5**, vous pouvez utiliser l'option **Prolonger poutre** du menu **Poutres/Murs**. Vous pouvez bien sûr faire en sorte que la poutre introduite ait comme extrémités les deux poteaux mentionnés et ainsi ne pas avoir besoin de la prolonger. Si vous placez les points initiaux et finaux de la poutre suffisamment proches des poteaux, vous obtiendrez directement la poutre qui relie les poteaux **P1** et **P5** (cf. Fig. 14.47).

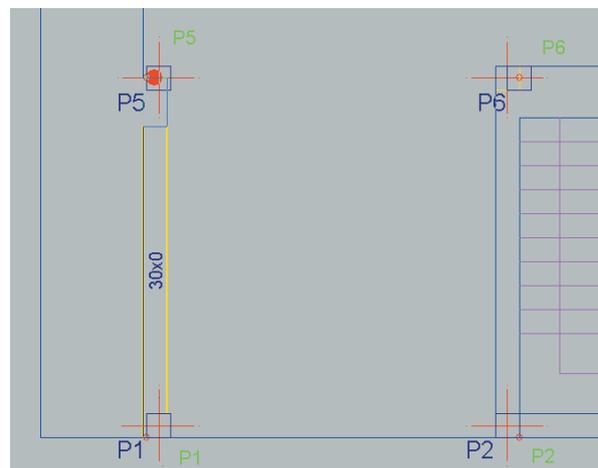


Fig. 14.47

- Pour introduire une poutre donnée, il n'est pas nécessaire que vous introduisiez des trames de celle-ci de poteau en poteau. Vous pouvez l'introduire de la longueur que vous souhaitez et la poutre restera unie à chaque poteau qu'elle recouvrira.

Introduisez maintenant le reste des poutres du niveau :

- Poutre **P5-P8** (depuis le poteau **P5** jusqu'au poteau **P8**). Vous pouvez utiliser l'option **Poutres/Murs > Prolonger poutre** pour étendre l'extrémité de la poutre **P1-P5** ou bien en introduire une nouvelle et l'ajuster à la ligne du fond de plan comme nous l'avons fait précédemment. Vous devez ajuster chacune des portées introduites.
- Poutre **P8-P10**, plate de largeur 0,40m. Ajustage de la face externe à la ligne du fond de plan. Dans ce cas, introduisez les deux extrémités du portique puisque le poteau **P9** est aligné avec **P8** et **P10**.
- Poutre **P4-P10**, plate de largeur 0,30m. Ajustage de la face externe (droite) à la ligne de fond de plan.

- Poutre **P1-P2**, plate de largeur 0,30m. Ajustage de la face externe (inférieure) à la ligne de fond de plan.
- Poutre **P2-P3**, en retombée, 0,20 x 0,40. Ajustage de la face externe (inférieure) à la ligne de fond de plan.
- Poutre **P3-P4**, plate de largeur 0,40m. Ajustage de la face externe (inférieure) à la ligne de fond de plan.
- Poutre **P5-P7**, plate de largeur 0,50m. Ne s'ajuste pas, l'axe longitudinal reste fixe pour pouvoir faire varier sa largeur.

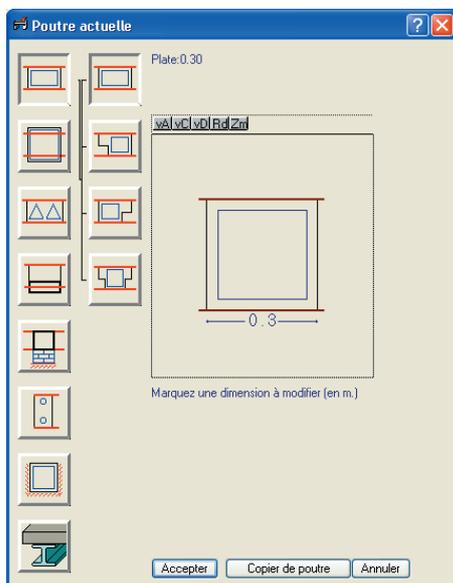


Fig. 14.48

La poutre que vous venez d'introduire a une trame, **P6-P7**, qui longe l'ouverture de l'escalier mais sa face ne coïncide pas parfaitement avec l'ouverture.

Pour la construction, il faut bétonner depuis la poutre jusqu'au bord de l'ouverture (vous devez l'indiquer sur le plan).

Dans ce cas-ci, déplacer la poutre pour que sa face corresponde à l'ouverture n'a aucun sens puisque l'axe de la poutre ne passerait plus alors par les poteaux (le déplacement est trop important).

- Poutre **P2-P6**, plate de largeur 0,30m. Ajustage de la face externe (droite) à la ligne de fond de plan qui délimite l'ouverture de l'escalier.
- Poutre **P3-(P6-P7)**, plate de largeur 0,25m. Perpendiculairement à la poutre (**P6-P7**) depuis le poteau **P3**. Vous pouvez utiliser pour cela l'option **Orthogonal on/off** de la barre d'outils ou introduire la deuxième extrémité de la poutre grosso modo et l'ajuster à la ligne de fond de plan.
- Poutre plate de largeur 0,25m fermant l'ouverture inférieure de l'ascenseur. Comme dans le cas précédent, introduisez-la approximativement et ajustez-la.
- Poutre plate de largeur 0,25m fermant à droite l'ouverture de l'ascenseur. Comme dans le cas précédent, introduisez-la approximativement et ajustez-la.
- Cliquez sur l'icône **Editer fonds de plan**. Désactivez la case **Visible** de la table supérieure.

Vous devez alors avoir une figure comme celle de la figure 14.49.

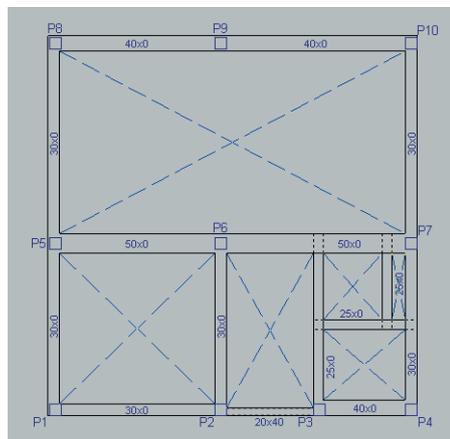


Fig. 14.49

Observez que les poutres plates n'ont pas d'épaisseur. Elles la prendront automatiquement en leur adossant un plancher.

Dans le cas où deux planchers arrivent sur une poutre avec des épaisseurs différentes, la poutre plate prendra la plus grande des deux.

Sachant qu'il existe d'importants changements de sections de poutres dans le même alignement, il convient de diviser l'armature entre ces différents changements de section.

- Cliquez sur **Poutres/Murs > Alignements de poutres > Diviser un alignement**.
- Situez le pointeur sur le poteau **P2** et cliquez dessus. Faites de même pour **P3**.

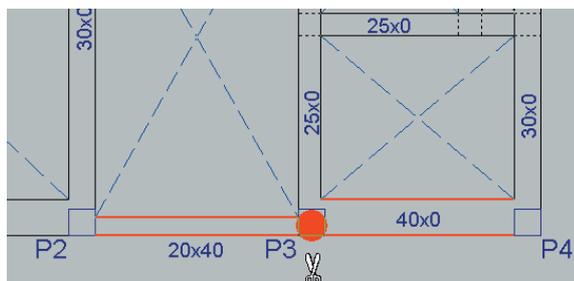


Fig. 14.50

14.3.6.2. Planchers

Pour introduire les planchers, suivez les étapes ci-après :

- Cliquez sur **Planchers > Gestion de planchers**. La fenêtre de la figure 14.51 apparaît. Initialement et tant que vous n'avez pas introduit de plancher, la quasi totalité des icônes de cette fenêtre est désactivée.



Fig. 14.51

- Sélectionnez la première des icônes de la fenêtre de la figure antérieure . La fenêtre de la figure 14.52 s'affichera alors.

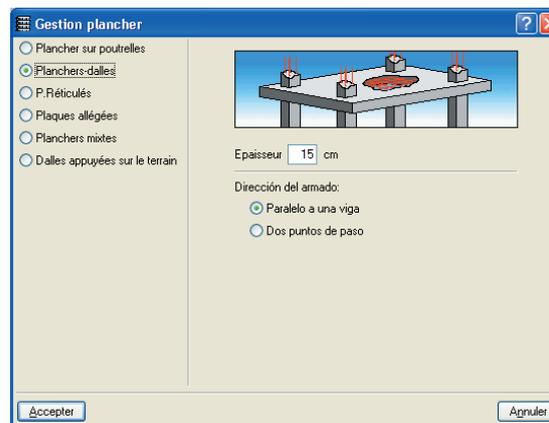


Fig. 14.52

- Cliquez sur l'option **Planchers sur poutrelles** et la fenêtre de dialogue prendra l'aspect de la figure 14.53.



Fig. 14.53

Dans cette fenêtre vous pouvez choisir n'importe quel type de planchers sur poutrelles disponible dans le programme. En passant le curseur sur les dessins ou en

sélectionnant le bouton d'aide , vous ferez apparaître le nom du type de plancher. Pour pouvoir utiliser un plancher, vous devez avoir acheté le module correspondant. Par défaut, le plancher sur poutrelles en béton est sélectionné.

- Il est nécessaire que vous définissiez les caractéristiques du plancher que vous allez introduire. Pour cela, cliquez sur le bouton  situé sous les dessins de la fenêtre de dialogue de la figure 14.53. Introduisez les valeurs indiquées à la figure 14.54.

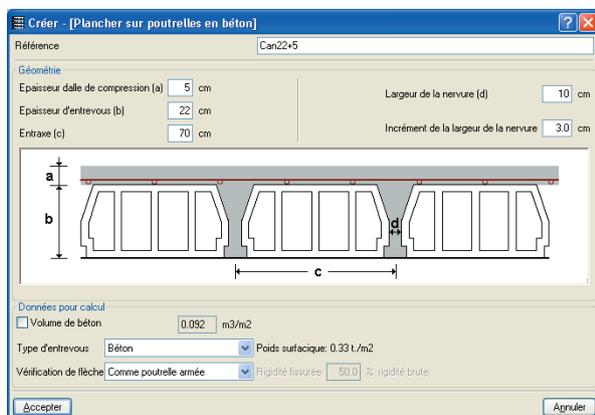


Fig. 14.54

- Cliquez ensuite sur **Accepter** pour revenir à la fenêtre **Gestion des planchers** (Fig. 14.53). Dans la partie inférieure de cet écran, vous pouvez définir la disposition des poutrelles. Pour notre exemple, sélectionnez la première option, **Parallèles à une poutre**, puis **Accepter**.
- Vous pouvez maintenant introduire le plancher que vous venez de définir. Cliquez sur l'ouverture formée par les poteaux **P1-P2-P5-P6**.
- Vous devez indiquer l'orientation des poutrelles. Pour cela cliquez sur la poutre **P1-P5**. Le plancher a alors été introduit.

Vous devez copier le reste des planchers à mettre en place de celui que vous venez d'introduire pour qu'il y est continuité des poutrelles.

- Pour cela cliquez sur l'icône  **Copier plancher** qui se trouve dans la fenêtre représentée en Fig.14.51. Cliquez sur le plancher introduit précédemment. Une nouvelle fenêtre s'ouvre dans laquelle vous pouvez choisir les données à copier. Acceptez la sélection proposée.

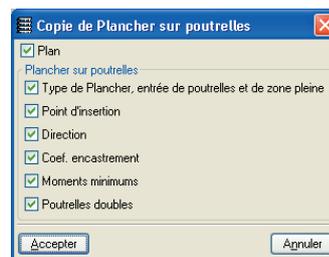


Fig. 14.55

Cliquez maintenant sur les ouvertures pour introduire les planchers comme sur la figure 14.56.

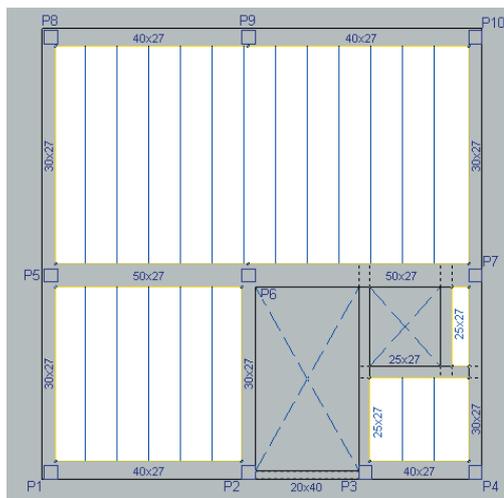


Fig. 14.56

- Pour introduire une ouverture là où se trouve un plancher, sélectionnez **Introduction trémie** puis choisissez l'une des options. Disposez ensuite la trémie sur le plancher où vous souhaitez l'introduire.

14.3.6.3. Charges

- Allez dans **Charges > Charges**.
- Introduisez tout d'abord les charges permanentes. Sélectionnez dans la fenêtre une charge linéaire de valeur 0,7 T/m.

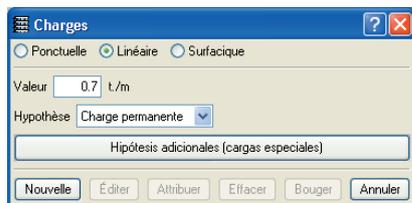


Fig. 14.57

- Cliquez sur **Nouvelle** et introduisez les extrémités de la charge linéaire.
- Cliquez sur le poteau **P1** et ensuite sur le poteau **P8**. Il n'est pas nécessaire de faire preuve d'une grande précision pour l'introduction des charges. Leur excentricité par rapport à l'axe de la poutre n'est pas prise en compte.
Faites cependant attention de ne pas placer la charge en dehors du niveau car dans ce cas elle ne serait pas prise en compte.
- Introduisez les charges **P8-P10**, **P10-P4** et **P4-P1**.

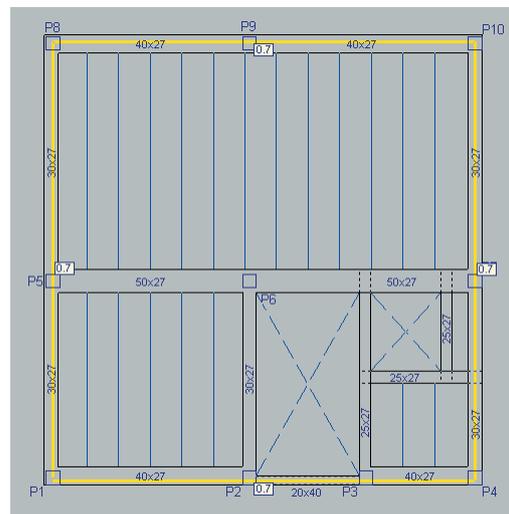


Fig. 14.58

- Cliquez sur le bouton droit de la souris pour revenir à la fenêtre **Charges** et sélectionnez une charge linéaire de valeur 1.20 T/m correspondant au poids propre de l'escalier sur ces deux appuis.

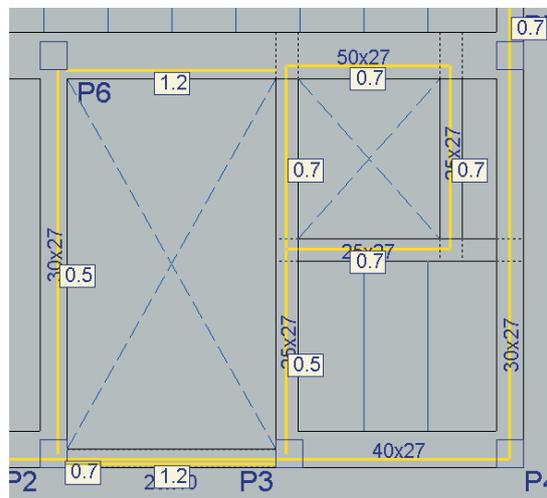


Fig. 14.59

- Complétez le reste des charges.
- Pour introduire les charges transmises par l'escalier qui correspondent aux charges d'exploitation, sélectionnez **Charges d'exploitation** dans le menu déroulant.



Fig. 14.60

- Introduisez les charges linéaires (en bleu) sur les appuis de l'escalier.

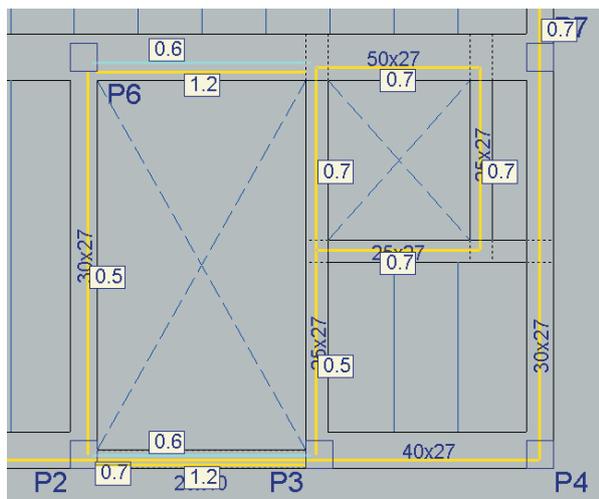


Fig. 14.61

Si vous n'avez pas suivi exactement l'ordre d'introduction des poutres et des planchers, il se peut qu'au moment de monter de groupe de niveaux le programme vous demande la valeur de l'épaisseur de la poutre qui sépare l'ouverture de l'escalier avec celle de l'ascenseur.

Introduisez dans ce cas la valeur de l'épaisseur du plancher.

- Pour passer au deuxième groupe, cliquez sur l'icône Monter de groupe de la barre d'outils.

14.3.7. Introduction du groupe 2. 2ème et 3ème niveau

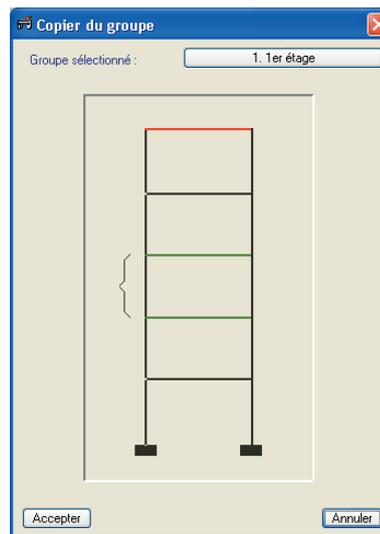


Fig. 14.62

Etant donné que ce groupe ressemble au précédent, vous pouvez le copier et effectuer les changements nécessaires.

- Cliquez sur **Groupe > Copier d'un autre groupe**. Dans la fenêtre qui s'affiche, placez la souris sur le premier niveau ou cliquez sur le bouton en haut à gauche pour afficher le texte **1. 1er niveau**. Cliquez alors sur Accepter.
- Activez le fond de plan. Désactivez la visibilité des charges par le menu **Charges > Visibles**.

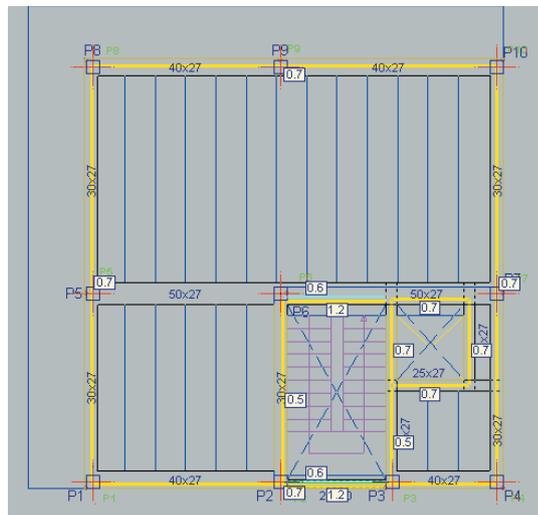


Fig. 14.63

14.3.7.1. Poutres

Les poutres **P1-P5-P8** et **P8-P9-P10** ne doivent pas être ajustées à la ligne de fond de plan comme c'est le cas pour le groupe inférieur puisqu'elles ne coïncident pas avec les façades. Vous devez les ajuster aux axes des poteaux. Pour cela :

- Désactivez toutes les captures de fond de plan (dans la barre d'outils).
- Sélectionnez l'option **Ajuster** et cliquez sur l'axe longitudinal de la poutre au milieu de sa portée. Son axe s'ajustera à celui des poteaux sur lesquels elle s'appuie.

Si vous ne vous placez pas au milieu de la portée mais plus proche de l'une des extrémités, c'est cette extrémité qui s'ajustera. Vous pouvez alors faire la même chose avec l'autre extrémité.

- Réalisez cette opération pour toutes les sections citées. Il faut prendre en compte le fait que l'ajustage des poteaux est réalisable uniquement si les captures de fonds de plan ont été désactivées auparavant.

Introduisons maintenant les poutres. Lorsque l'union de plusieurs poutres ne se réalise pas au niveau d'un poteau, introduisez des segments de poutre plus court que la longueur réelle de cette poutre. Vous pouvez ajuster ces tronçons de poutres aux lignes du DXF lors de leur introduction ou les introduire tous puis les ajuster. Prolongez-les ensuite et rognez les extrémités en trop.

Vous pouvez voir un exemple ci-après de ce qui est décrit ci-dessus dans l'introduction de la poutre parallèle à la façade ouest et de celle parallèle à la façade nord. Ces poutres délimitent les deux encorbellements du plancher dans ce groupe de niveaux.

- Activez la capture **Plus proche**.
- Pour introduire la poutre parallèle à la façade ouest, sélectionnez une poutre plate de largeur 0,25. Cliquez pour cela sur le premier bouton  de la fenêtre **Entrer poutre**. Si cette fenêtre n'apparaît pas à l'écran, activez-la dans **Poutres/Murs > Entrer poutre**.
- Sélectionnez l'ajustage **Gauche** en cliquant sur le bouton  de la fenêtre **Entrer poutre**. Ce bouton peut avoir plusieurs aspects en fonction du type d'ajustage sélectionné :  ou .
- Introduisez le premier point de cette poutre en approchant le curseur de la ligne à capturer  sur le DXF jusqu'à ce qu'apparaisse le symbole de capture sur la ligne comme le montre la figure suivante.

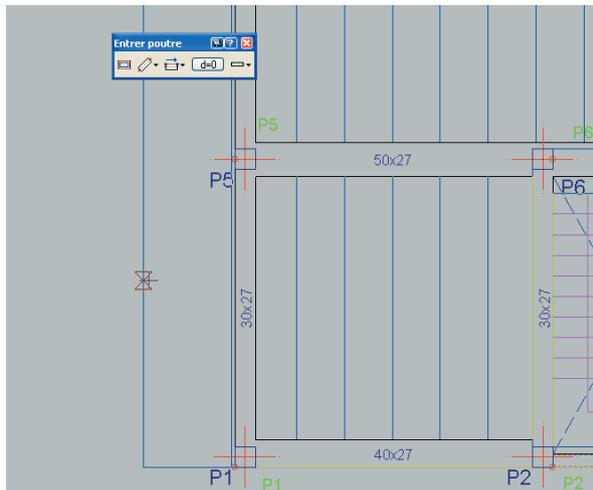


Fig. 14.64

- Une fois la capture apparue, cliquez sur le bouton gauche de la souris. Si vous bougez maintenant la souris, vous pouvez voir une poutre ancrée en sa partie initiale à gauche du point de capture comme sur la figure ci-dessous :

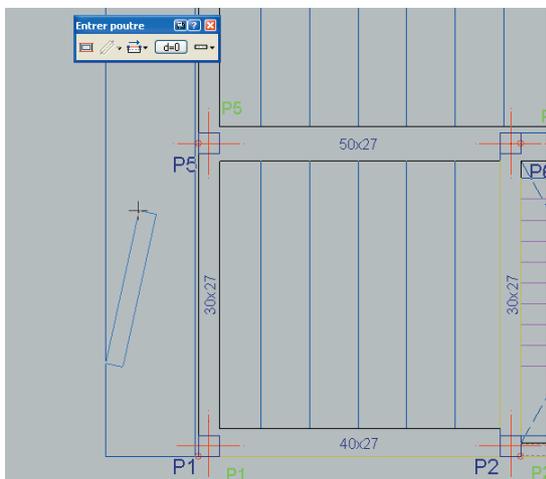


Fig. 14.65

- Définissez maintenant le point final du tronçon de poutre en le capturant de la même manière que pour le premier. La poutre doit être positionnée comme sur la figure suivante :

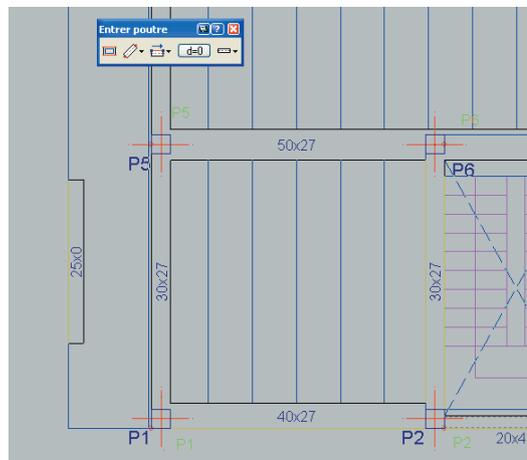


Fig. 14.66

- Introduisez un segment de poutre parallèle à la façade nord en suivant le même procédé que pour le poutre précédente. Pour cette poutre, sélectionnez un chaînage non structural de largeur 0,10m dans la fenêtre Entrer poutre. Vous pouvez voir sur la figure suivante la sélection du chaînage.

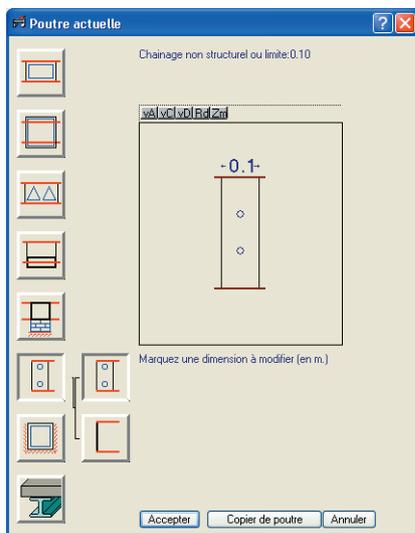


Fig. 14.67

- Le chaînage non structural est introduit comme le montre la figure 14.68.

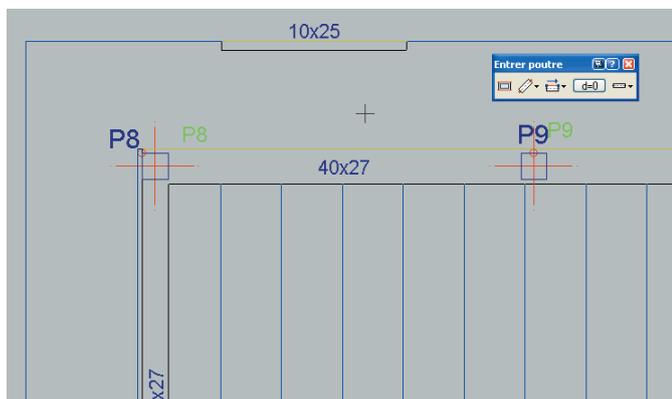


Fig. 14.68

- Prolongez les deux poutres introduites grâce à l'option **Poutres/Murs > Prolonger**. Effectuez un prolongement plus long que nécessaire.

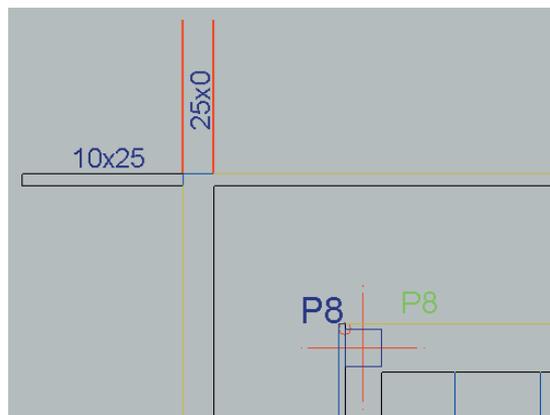


Fig. 14.69

- Rognez les longueurs inutiles avec l'option **Poutres/Murs > Effacer**.

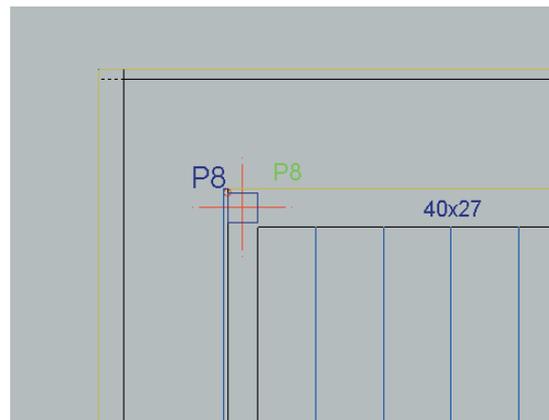


Fig. 14.70

- Prolongez et rognez ensuite les autres poutres pour obtenir le figure 14.71.

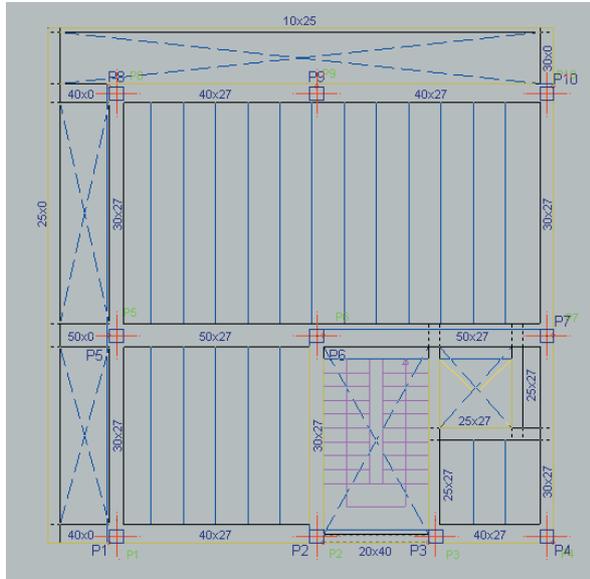


Fig. 14.71

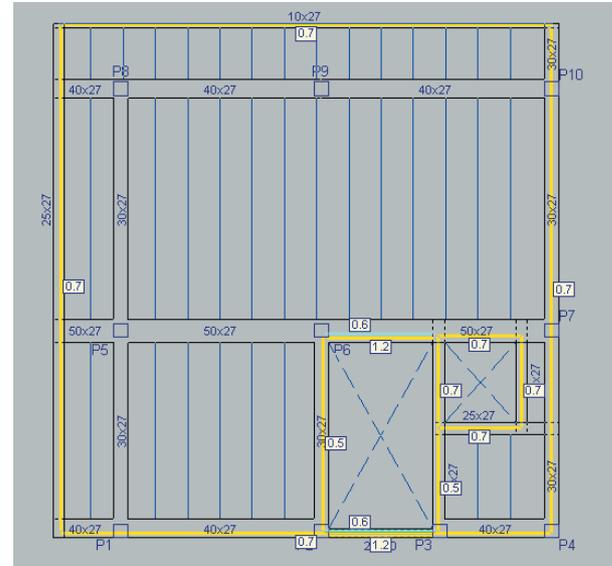


Fig. 14.72

14.3.7.2. Planchers

Introduisez les planchers en copiant ceux précédemment mis en place.

14.3.7.3. Charges

Les charges linéaires permanentes des façades nord et est changent de position.

- Utilisez pour déplacer les charges l'option **Charges > Charges > Déplacer** pour obtenir la disposition suivante :

- Cliquez sur l'icône Monter de groupe.

14.3.8. Introduction du groupe 3. Couverture

La couverture ressemble beaucoup au groupe précédent.

- Copiez le groupe inférieur. Modifiez ensuite les charges linéaires.
- La valeur des charges permanentes extérieures correspondant au parapet de la terrasse est de 0,40 T/m (au lieu de 0,70 T/m). Vous pouvez la modifier avec l'option **Charges > Charges > Editer**.
- Le parapet s'interrompant au niveau du mur de la salle des machines, déplacez les charges du parapet avec l'option **Charges > Charges > Déplacer**.
- Les charges permanentes à introduire pour la salle des machines sont linéaires de valeur 0,60 T/m.

Les charges transmises par l'escalier sont rognées étant donné qu'il y a uniquement l'extrémité d'une poutre qui entre dans un mur et celles de la poutre centrale sont effacées.

Les charges sur le périmètre de l'ascenseur augmentent puisqu'elles correspondent au poids des machines, de la dalle sur laquelle elles s'appuient et des murets sur lesquelles repose la dalle. Cette dalle doit être calculée dans un fichier à part.

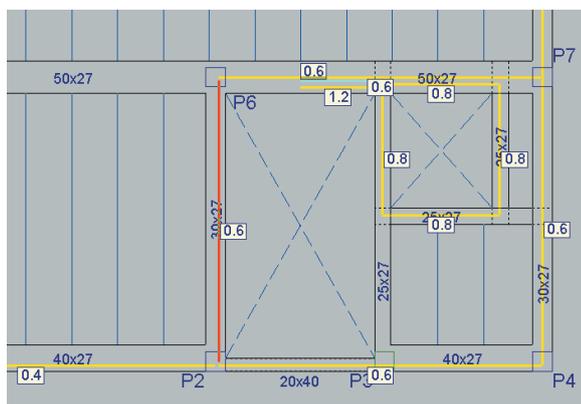


Fig. 14.73

- Cliquez sur l'icône **Monter de groupe**.

14.3.9. Introduction du groupe 4. Salle des machines

Introduisez la géométrie de la salle des machines comme le montre la figure suivante. Il n'y a pas de charges linéaires.

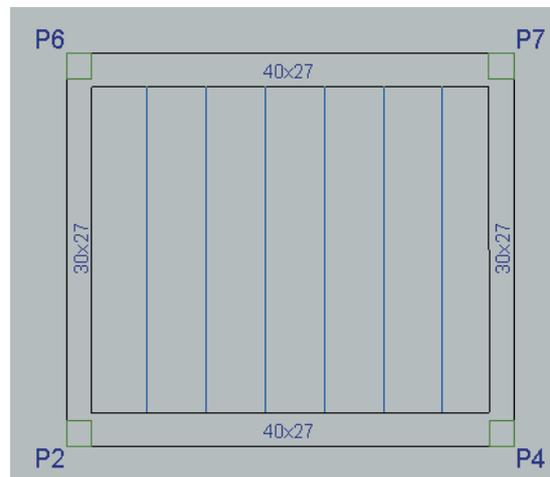


Fig. 14.74

14.3.10. Introduction du groupe 0. Fondation

14.3.10.1. Semelles

Nous allons maintenant introduire la fondation en semelles isolées.

- Cliquez sur l'icône **Aller au groupe** et dans la fenêtre qui s'ouvre, sélectionnez **Fondation**. L'ordre d'introduction des données est le suivant : les semelles puis les longrines de redressement et de liaison.
- Sélectionnez **Fondation > Eléments de fondation**. Vous devez voir à l'écran la fenêtre de la figure 14.75.



Fig. 14.75

- Dans un premier temps, tant qu'aucune semelle n'a été introduite, seul le premier bouton de cette fenêtre est actif.

- Cliquez sur la première icône de la fenêtre (représentée précédemment) et la figure suivante  apparaîtra à l'écran.

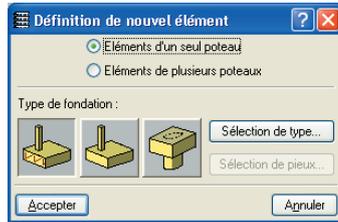


Fig. 14.76

- Sélectionnez l'option **Eléments d'un seul poteau** et le premier des trois boutons dessinés représentant une semelle armée. Les deux autres boutons sont pour des semelles en béton massif ou sur pieux.
- Cliquez sur **Accepter**. Introduisez une semelle en coin pour le pilier **P1**. Approchez le pointeur de la souris du poteau et déplacez-le autour de celui-ci. Vous remarquerez que le pointeur change de forme et indique ainsi le type de semelle que vous introduirez en cliquant à ce moment-là.

De cette manière, si vous le placez dans le cadre supérieur droit des axes du poteaux **P1**, la forme du pointeur sera celle d'une semelle avec le poteau situé en son coin inférieur gauche.

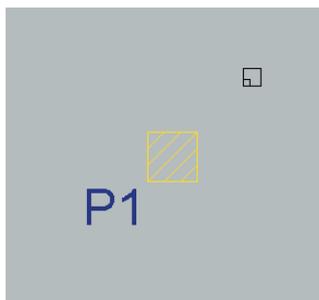


Fig. 14.77

- Cliquez pour introduire la semelle.

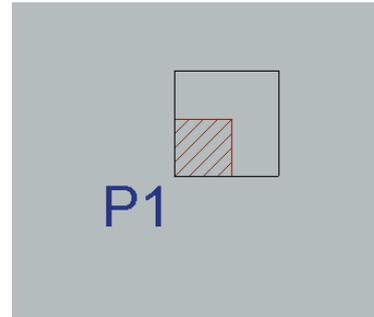


Fig. 14.78

- Pour introduire une semelle centrale pour le poteau **P2**, placez le pointeur de la manière suivante :

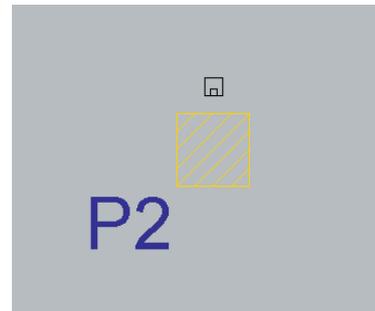


Fig. 14.79

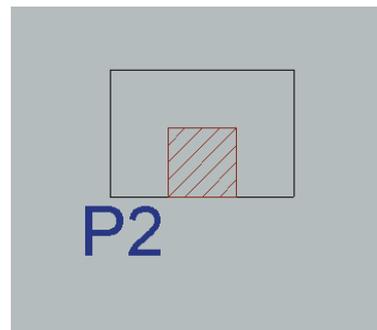


Fig. 14.80

- Pour introduire une semelle centrée au poteau P6, placez le pointeur juste au-dessus du poteau (cf. Fig. 14.81).

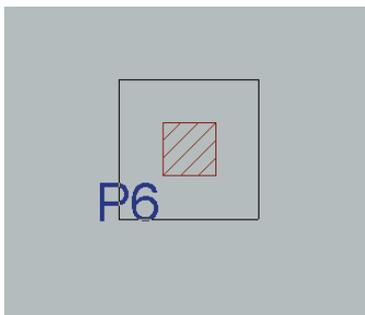


Fig. 14.81

- Introduisons maintenant une semelle en coin combinée pour les poteaux **P3-P4**. Pour cela cliquez sur le bouton droit de la souris et dans la fenêtre qui apparaît sélectionnez **Éléments de plusieurs poteaux**.

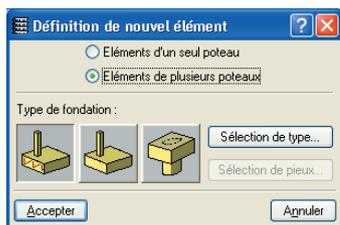


Fig. 14.82

- Cliquez sur **Accepter**. Sélectionnez les poteaux **P3** et **P4**. Les poteaux sélectionnés doivent être en jaune.
- Cliquez sur le bouton droit de la souris. Une croix encerclée rouge s'affiche et indique le point d'insertion de la semelle. En tournant autour de ce point, vous pouvez modifier le type de semelle de coin (comme précédemment grâce au pointeur) et mettre en place celui que vous désirez.

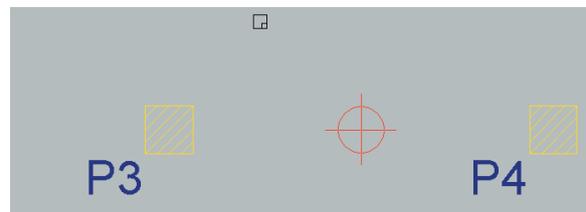


Fig. 14.83

- Cliquez pour introduire la semelle désirée.



Fig. 14.84

- Introduisez le reste des semelles jusqu'à obtenir ce que représente la figure suivante.

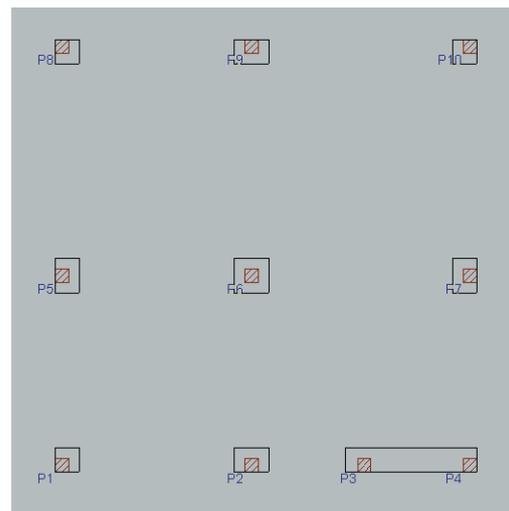


Fig. 14.85

14.3.10.2. Longrines de redressement et de liaison

Après avoir introduit les semelles, il s'agit de mettre en place les longrines de redressement et de liaison. Ceci s'effectue dans cet ordre afin que, une fois les semelles introduites, le programme centre automatiquement la longrine aux poteaux des semelles dans les limites des points fixes.

- Allez à **Fondation > Longrines de redressement et de liaison**.

La fenêtre de la figure suivante doit apparaître à l'écran.

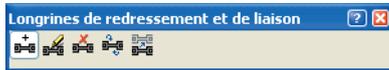


Fig. 14.86

Dans un premier temps, tant qu'aucune longrine n'a été introduite, seul le premier bouton de cette fenêtre est actif.

- Cliquez sur ce bouton.
- Introduisez la première poutre depuis le poteau **P1** jusqu'au poteau **P5**. Vous pouvez remarquer que le symbole du redressement apparaît à l'extrémité inférieure de la poutre. Introduisez maintenant les reste des longrines.

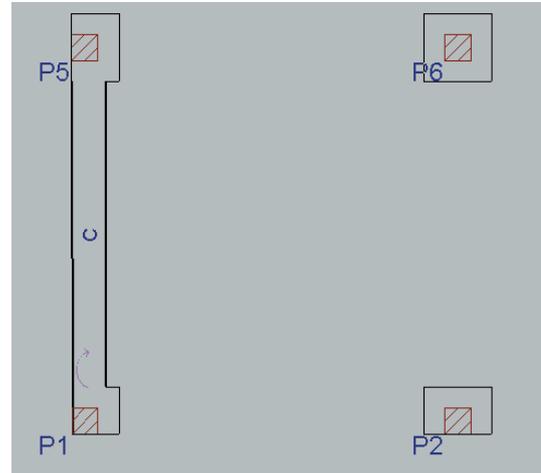


Fig. 14.87

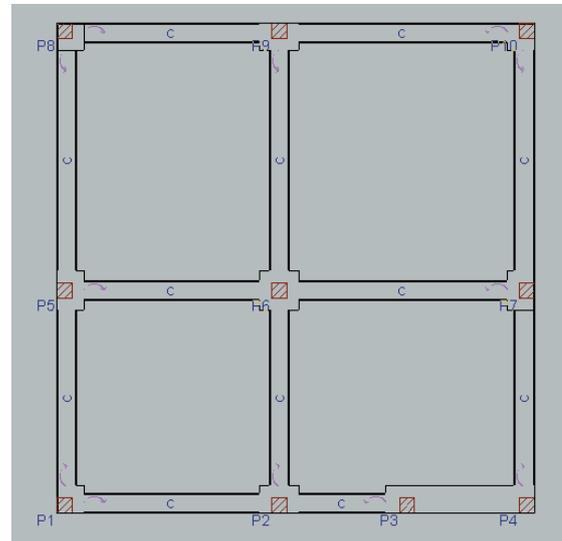


Fig. 14.88

14.4. Calcul

Les données étant toutes introduites, nous pouvons passer au calcul de la structure. Si vous n'avez pas suivi l'introduction des données jusqu'ici, vous pouvez ouvrir l'ouvrage de cet exemple disponible à l'adresse :

\CYPE Ingenieros\Exemples\CYPECAD.

- Allez à **Calculer > Calculer l'ouvrage (sans dimensionner la fondation)**.

Les fondations ne sont pas calculées pour le moment car il est souvent nécessaire après le premier calcul de rectifier les sections des poteaux, des poutres, etc. et donc de recalculer la structure.

Elles pourront ensuite être dimensionnées avec la structure supérieure finie.

Après le calcul, un rapport des erreurs qui se sont produites peut être édité.

- Pour vérifier les résultats, cliquez sur l'onglet **Résultats**.

14.5. Contrôle des résultats

14.5.1. Poteaux

Il est recommandé de vérifier les poteaux en premier lieu.

14.5.1.1. Déplacements (seulement pour des actions horizontales)

Bien que ce ne soit pas le cas pour cet ouvrage, nous vous rappelons que s'il existe des efforts horizontaux, il est nécessaire d'activer le calcul avec effets du second ordre (laisser à 1 le coefficient pour multiplier les déplacements).

Une fois le calcul terminé, si le coefficient de stabilité global est supérieur à 1,20, vous devez rigidifier la structure dans cette direction puisqu'elle y présente des déformations et apparaît comme instable. Si le coefficient est inférieur à 1,1, son effet est négligeable.

14.5.1.2. Contrôle des efforts

Vous pouvez consulter les moments, efforts tranchants et torseurs pour des hypothèses simples à n'importe quelle cote du poteau, et ce de manière analytique et graphique.

Vous pouvez aussi visualiser les efforts les plus défavorables dans n'importe quel tronçon du poteau.

Cliquez sur **Courbes enveloppes > Efforts poteaux et noyaux** et sélectionnez un poteau (par exemple **P6**).

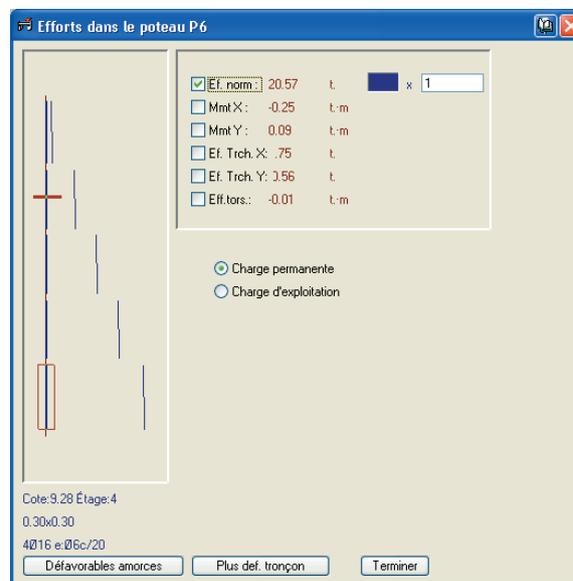


Fig. 14.89

Il est recommandé de vérifier quelques-uns des poteaux de la structure.

La charge axiale dans l'amorce proportionnée par le programme doit être calculée manuellement par approximation puisque la zone tributaire à estimer peut être différente de la réelle du fait de l'hyperstaticité de la structure en général et des planchers en particulier.

14.5.1.3. Contrôle des sections

- Sélectionnez l'option **Poteaux > Editer** puis cliquez sur le premier poteau pour afficher la fenêtre **Dimensionnement de poteau**.

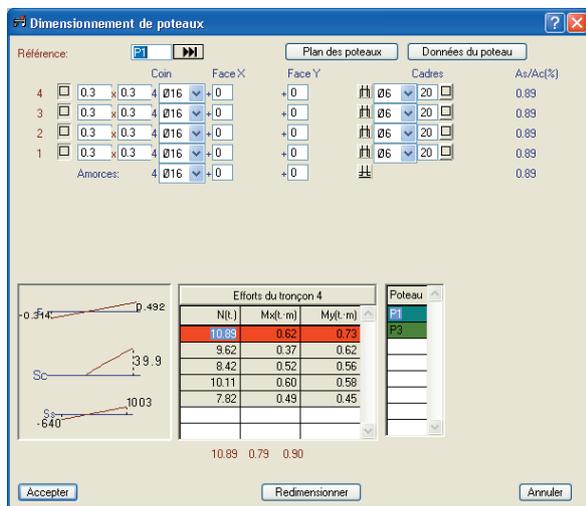


Fig. 14.90

Le poteau **P1** étant le poteau type du groupement, un message d'information apparaît.

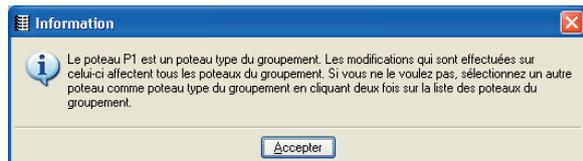


Fig. 14.91

A la fin de la ligne d'information sur le poteau, il peut y avoir un bouton dû au fait que le poteau présente une erreur.

En cliquant sur le bouton, vous obtenez des informations plus détaillées sur cette erreur. Quelque soit l'erreur, le redimensionnement de la section de béton est obligatoire.

En modifiant la section d'un poteau dans cette fenêtre, les poteaux se réarmeront en utilisant les combinaisons d'hypothèses simples appartenant au calcul réalisé.

Si les modifications sont importantes ou si elles le sont peu mais qu'il y a des efforts horizontaux de vent et/ou séisme, il faut recalculer la structure avec les nouvelles sections puisqu'elles proportionnent des inerties différentes.

- Parcourez l'ensemble des poteaux avec les flèches jusqu'au **P10** et vérifiez qu'aucun message d'erreur n'apparaît.

La ligne des efforts en rouge n'indique pas d'inaccomplissement. Consultez l'information sur l'écran.

S'il existe des actions horizontales, il est recommandé d'augmenter la section des poteaux lorsqu'ils présentent une armature de diamètre supérieur à 16mm. De cette façon, après le calcul avec les actions horizontales, cela permet d'éviter qu'ils soient armés à 25mm.

14.5.2. Poutres

14.5.2.1. Contrôle des efforts

Il convient de contrôler les courbes enveloppes des moments de flexion de toutes les poutres de la structure.

- Placez-vous dans le groupe 1. Désactivez la visibilité des armatures supérieures en allant dans **Poutrelles > Voir** et en décochant **Armature supérieure**.



Fig. 14.92

- Allez dans **Courbes enveloppes > Courbes enveloppes de poutres**. Activez les cases des moments négatifs et positifs.



Fig. 14.93

- Cliquez sur une poutre.

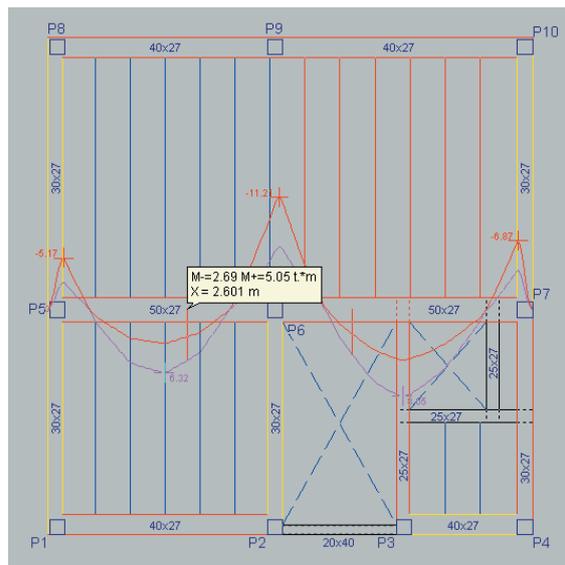


Fig. 14.94

Effectuez cela pour toutes les poutres de tous les niveaux. Si le graphe des courbes enveloppes n'est pas cohérent, vérifiez que pour cette portée la demi-somme des moments aux extrémités plus le moment central correspond approximativement au moment isostatique.

Ayez à l'esprit que ces courbes enveloppes sont majorées et que, comme nous l'avons dit précédemment pour les efforts sur les poteaux, l'aire tributaire que considère l'utilisateur pour ses calculs manuels ne peut être qu'une approximation du cas réel du fait de l'hyperstaticité du plancher. De plus le moment isostatique est $Q \times L^2 / 8$ pour les charges linéaires mais ce sont des charges ponctuelles que les poutrelles transmettent réellement aux poutres.

14.5.2.2. Contrôle des sections

Les poutres ayant un problème d'armature, de flèche, etc. ou devant être mises en évidence pour quelque raison que ce soit seront de couleur rouge.

- Pour connaître le motif de l'erreur, allez dans **Poutres/Murs > Erreurs des poutres** puis cliquez sur la poutre en rouge. Dans notre exemple, l'une d'entre elle est la poutre **P6-P7**.

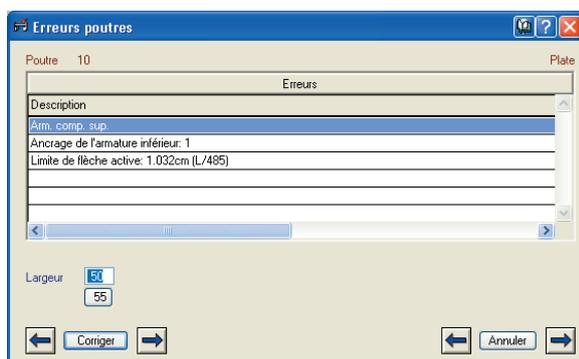


Fig. 14.95

Cette poutre présente un problème de flèche. Dans ce cas, si il n'y a que ce problème, vous pouvez opter pour éditer l'armature de la poutre et l'augmenter ou augmenter la largeur de la poutre. Nous opterons ici pour la seconde option.

- Sélectionnez l'onglet **Entrée de poutres** et allez dans **Poutres/Murs > Attribuer poutres**.



Fig. 14.96

- Sélectionnez **Selon ajustage de la poutre** et cliquez sur **Poutre actuelle**. Dans la nouvelle fenêtre, optez pour une poutre plate de largeur 0,65.
- Cliquez sur les deux tronçons qui forment le portique.

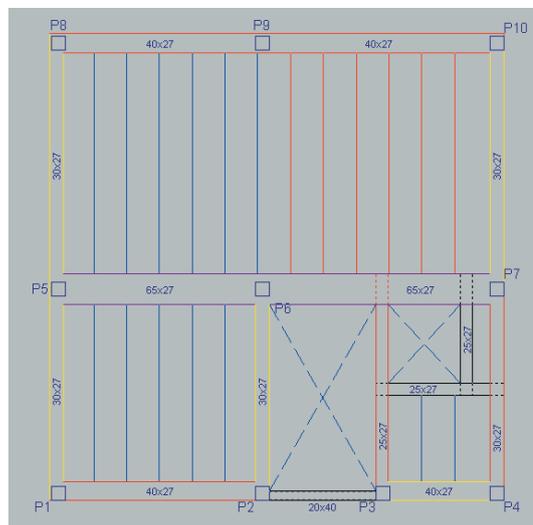


Fig. 14.97

- Etant donné que les sections ont été modifiées, cliquez sur **Calculer > Réarmer portique avec changement** pour réarmer. Dites **Oui** à l'avertissement qui s'affiche.
- Sélectionnez l'onglet **Résultats** et vérifiez la flèche.

14.5.3. Planchers de poutrelles

14.5.3.1. Contrôle des efforts

Il convient de contrôler quelques courbes enveloppes des moments de flexion des poutrelles.

- Allez dans **Courbes enveloppes > Courbes enveloppes de poutrelles**. Activez uniquement les moments positifs et négatifs.

- Cliquez sur une poutrelle.

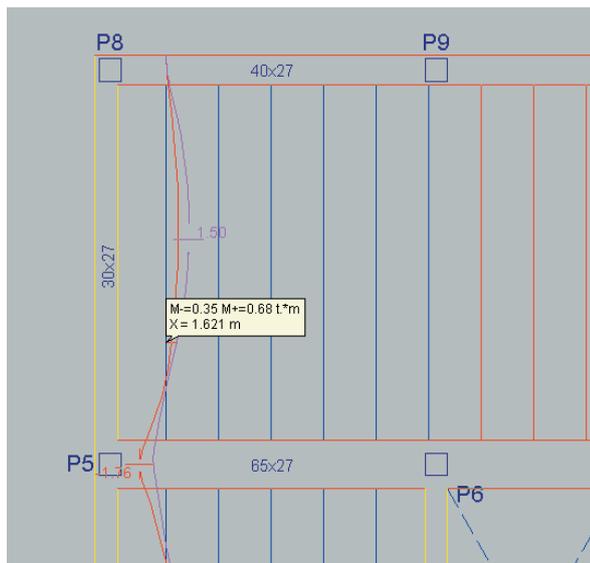


Fig. 14.98

- Consultez ainsi le reste des poutrelles pour tous les niveaux. Si le graphe des courbes enveloppes n'est pas cohérent, effectuez la même vérification que pour les poutres.

14.5.3.2. Contrôle de sections

Les poutrelles ayant un problème d'effort tranchant, de flèche, etc. ou devant être mises en évidence pour quelque raison que ce soit seront de couleur rouge.

- Pour connaître le motif de l'erreur, allez dans **Poutrelles > Erreurs** puis cliquez sur la poutrelle en rouge.

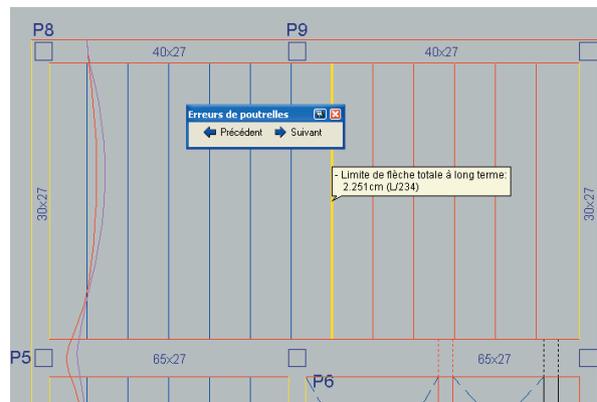


Fig. 14.99

La flèche de cette poutrelle et d'autres qui lui sont adjacentes dépasse les limites autorisées. Les solutions aux problèmes de flèche sont variées. Nous choisissons ici de placer des poutrelles doubles à la place de toutes les poutrelles du tronçon.

- Placez-vous dans l'onglet **Entrée de poutres**. Allez dans **Planchers > Gestion de planchers**. Sélectionnez **Entrer poutrelle double**.
- Cliquez sur les poutrelles du plancher supérieur droit.

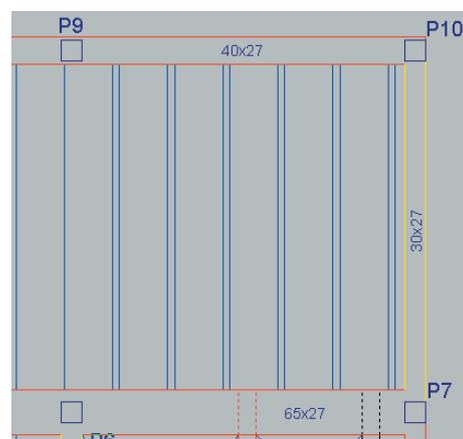


Fig. 14.100

- Recalculez la structure. Placez-vous dans l'onglet **Résultats** et allez dans **Poutrelles > Information**.
- Cliquez sur la poutrelle qui présentait un problème de flèche. Vous pourrez vérifier que le problème est résolu.

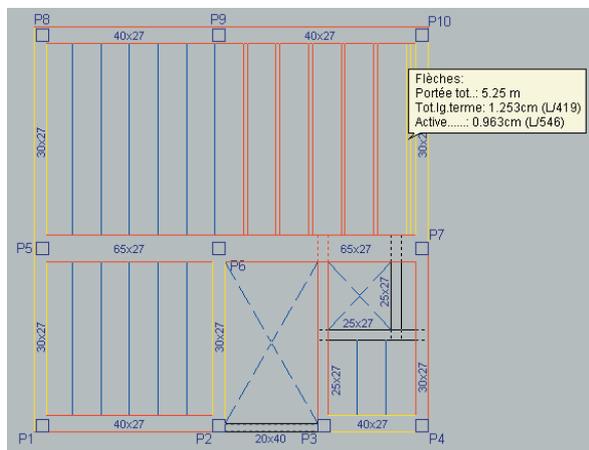


Fig. 14.101

14.5.4. Fondation

14.5.4.1. Dimensionnement

Il faut d'abord calculer la fondation si cela n'a pas été fait avant. Au préalable on attribue une épaisseur minimum de 1m à toutes les semelles :

- Placez-vous au groupe 0 (Fondation)
- Allez dans **Ouvrage > Données générales**.
- Cliquez sur le bouton **Par position**.
- Cliquez sur l'onglet **Fondation**.
- Cliquez sur l'icône **Options de semelles courantes et isolées**.
- Cliquez sur **Options des semelles isolées**.
- Dans la fenêtre, introduisez la valeur **100** dans la case **Épaisseur minimale**.

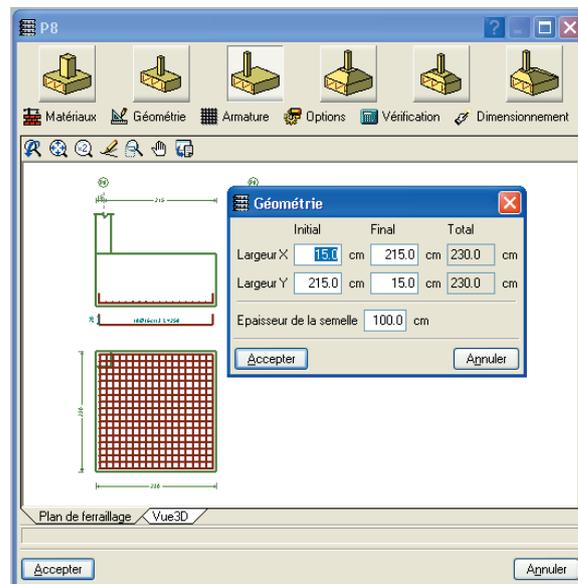


Fig. 14.102

- Fermez toutes les fenêtres jusqu'à ce que vous puissiez activer l'option suivante.
- Allez à **Fondation > Dimensionner**.
- Activez les mêmes options que celles de la figure 14.104. (activation de **Dimensionnement itératif**).



Fig. 14.103

14.5.4.2. Contrôle des erreurs

- Allez à **Fondation > Erreurs de vérification**.

Les éléments en rouge présentent un problème de dimensionnement. Si vous cliquez sur un de ces éléments, un message indiquant des vérifications effectuées et des erreurs de dimensionnement ou de vérification apparaît.

- Pour avoir un exemple, cliquez sur le poteau **P6**.

Vérification	Valeurs	État
Référence: P6 Dimensions: 220 x 220 x 70 Armatures: X: Ø16 c/ 19 Y: Ø16 c/ 19		
Contraintes sur le terrain: <i>Critère de CYPE Ingenieros</i> -Tension moyenne: -Contrainte maximum act. gravitationnelles:	Maximum: 2.25 kgf/cm ² Calculé: 2.144 kgf/cm ² Maximum: 2.812 kgf/cm ² Calculé: 2.196 kgf/cm ²	Vérfiée
Flexion dans la semelle: -En direction X: -En direction Y:	Moment: 28.17 t. m Moment: 28.04 t. m	Vérfiée Vérfiée
Renversement de la semelle: <i>Si le % de réserve de sécurité est supérieur à zéro, cela veut dire que les coefficients de sécurité au renversement sont supérieurs aux valeurs strictes exigées pour toutes les combinaisons d'équilibre.</i>	Réserve de sécurité: 16666.8 % Réserve de sécurité: 21113.2 %	Vérfiée Vérfiée
Compression oblique dans la semelle: <i>Critère de CYPE Ingenieros</i>	Maximum: 326.2 t/m ² Calculé: 187.02 t/m ²	Vérfiée
Effort tranchant dans la semelle: -En direction X: -En direction Y:	Effort tranchant: 18.04 t. Effort tranchant: 17.93 t.	Vérfiée Vérfiée
Hauteur minimale: <i>Critère de CYPE Ingenieros</i>	Minimum: 15 cm Calculé: 70 cm	Vérfiée
Espace pour ancrer des attentes en fondation: -P6:	Minimum: 43 cm Calculé: 62 cm	Vérfiée

Fig. 14.104

14.5.4.3. Recouvrement de semelles

Bien que ceci n'apparaisse pas dans cet exemple, dans le cas d'un recouvrement de semelles, vous pouvez utiliser l'option **Fondation > Eliminer recouvrements** et créer automatiquement une semelle combinée à partir des semelles se recouvrant. Vous pouvez également les combiner manuellement si la distance entre elles est inférieure à 50 cm.

14.5.4.4. Consultation des résultats

Pour obtenir une information rapide sur les données initiales et les résultats des semelles :

- Allez à **Fondation > Eléments de fondation** et choisissez l'icône **Information**. Cochez les informations que vous souhaitez voir apparaître.
- Cliquez sur la semelle pour laquelle vous souhaitez des informations.

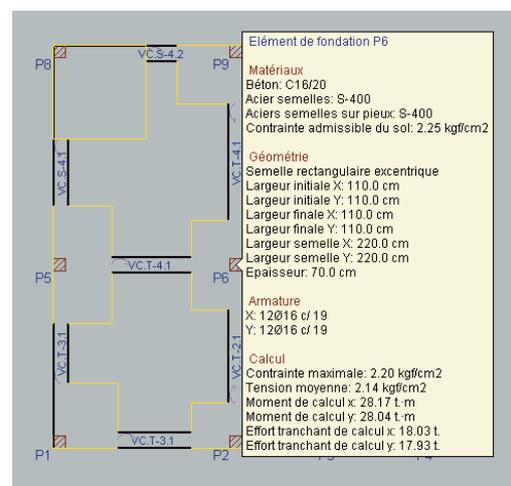


Fig. 14.105

14.6. Modification des armatures

Après le contrôle des efforts, des sections, etc., nous pouvons maintenant retoucher les armatures.

14.6.1. Poteaux

- Allez à **Poteaux > Editer** puis cliquez sur un poteau. Dans la fenêtre **Dimensionnement de poteaux**, cliquez sur le bouton **Plan des poteaux**.

Supposons que vous souhaitez égaliser les poteaux **P1, P5, P8, P9** et **P10**.

- Cliquez par exemple sur le poteau **P8**. Ce poteau se cercle en **jaune** indiquant qu'il est sélectionné.

Il existe aussi d'autres poteaux cerclés. Cela indique qu'ils appartiennent à un groupe ou qu'ils ont la même armature (ce qui revient au même).

P1 apparaît avec un cercle **bleu** indiquant que c'est le poteau type du groupe. D'autres poteaux (**P5** et **P9**) sont cerclés en **vert** pour montrer qu'ils sont du même groupe. Pour égaliser le poteau **P10** avec ceux-ci, vous pouvez copier n'importe lequel d'entre eux puis l'attribuer à **P10**.

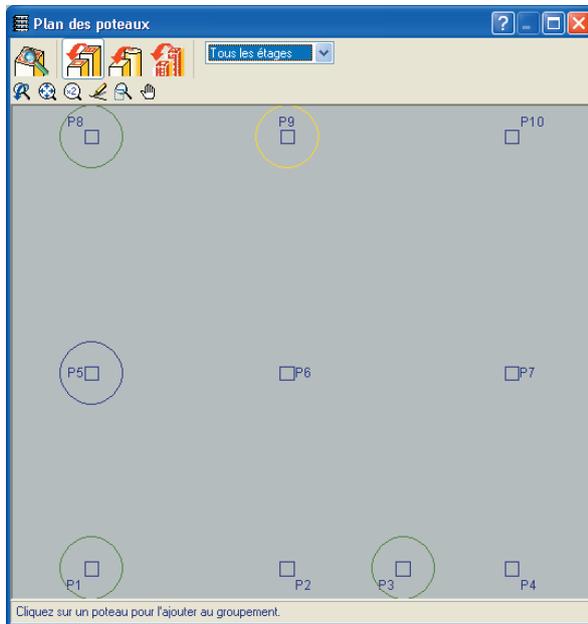


Fig. 14.106

- Cliquez sur l'icône **Egaliser** puis sur le poteau **P10**. Une fenêtre d'avertissement doit apparaître.

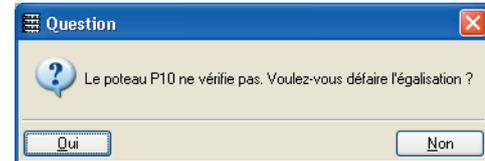


Fig. 14.107

Cela signifie qu'au moins dans un des niveaux, l'armature du poteau **P10** est plus importante que celle de **P8** (ou de d'un autre poteau de ce groupe) et que donc l'armature de P8 est insuffisante pour **P10**.

- Répondez **Oui** au message d'avertissement. Nous allons abandonner la procédure d'égalisation et l'effectuer dans l'autre sens.
- Cliquez gauche sur l'écran pour annuler la procédure. Cliquez sur **P10** pour le sélectionner.

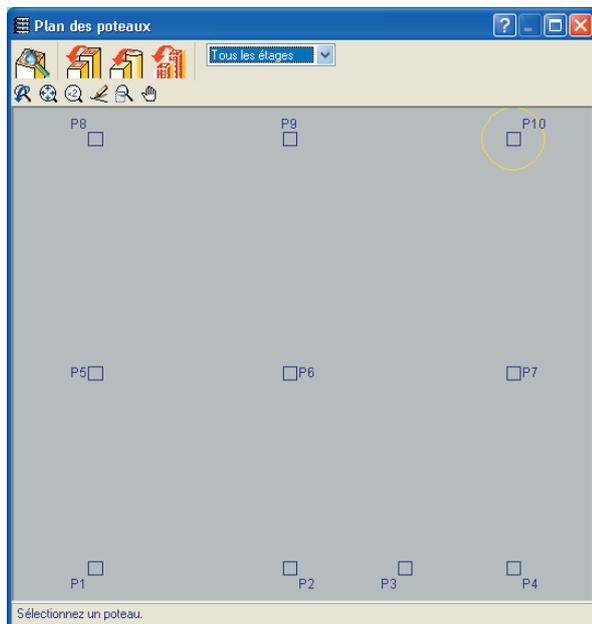


Fig. 14.108

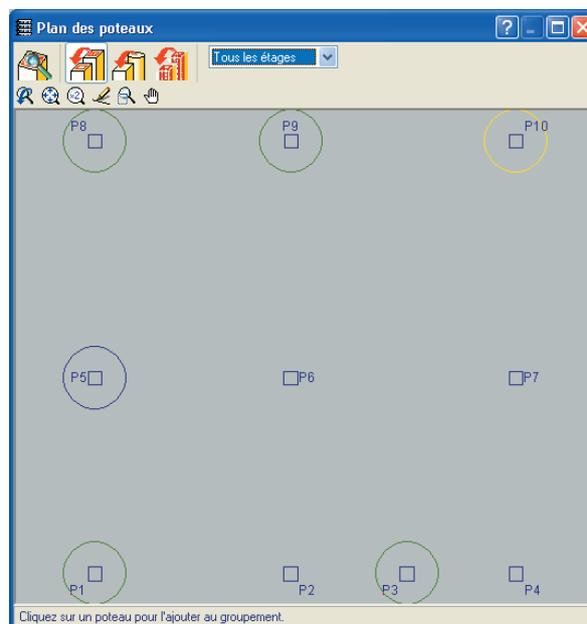


Fig. 14.109

- Cliquez sur l'icône **Egaliser** puis sur **P1, P3, P5, P8** et **P9** pour réaliser le nouveau groupe.
- Cliquez gauche sur l'écran pour terminer la procédure. Si cette égalisation n'avait pas non plus été possible et qu'était apparu le message d'avertissement, une des façons de procéder aurait été de la réaliser niveau par niveau en sélectionnant le niveau dans le menu déroulant de la fenêtre.
- Sélectionnez le poteau **P7**, cliquez sur le bouton **Egaliser** puis sur les poteaux **P2, P4** et **P6** pour réaliser le groupage.
- Fermez la fenêtre pour terminer.

14.6.2. Poutres

- Allez au groupe 2. vous pouvez observer que la poutre **P9-P10** a un problème de flèche résoluble avec un peu d'armature additionnelle.
- Allez à **Poutres/Murs > Editer poutres/murs** puis cliquez sur la poutre mentionnée pour afficher l'éditeur de ferrailage des poutres.

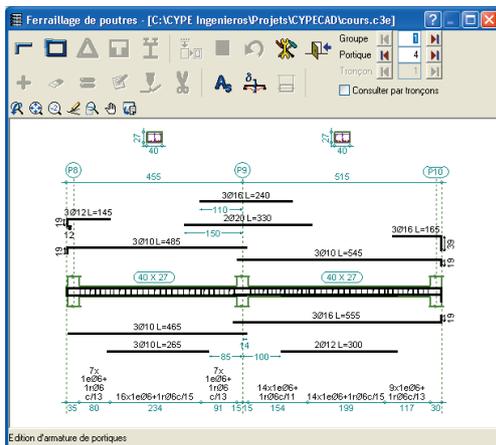


Fig. 14.110

- Cliquez sur l'icône **Flèches** puis placez le pointeur de la souris sur la poutre **P9-P10** pour voir sa flèche actuelle qui dans ce cas s'affichera en rouge.
- Cliquez sur l'icône **Armature longitudinale** puis sur l'icône **Editer** pour modifier l'armature longitudinale.
- Cliquez sur le symbole du diamètre de l'armature supérieure de la poutre **P9-P10** et modifiez-le à **20**.

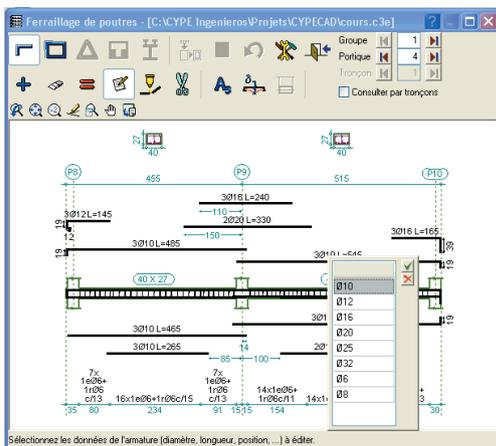


Fig. 14.111

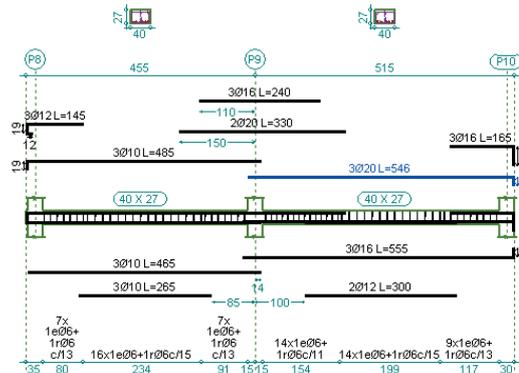


Fig. 14.112

- Cliquez sur l'icône **Resituer** pour que le programme vérifie le nouveau ferrailage et consultez la flèche de la poutre pour vérifier qu'elle entre dans les limites.

La consultation du ferrailage des poutres permet de corriger quelques erreurs de poutres sans avoir à modifier la section.

Si l'erreur que présente la poutre est uniquement la flèche, vous pouvez opter pour modifier l'armature jusqu'à entrer dans les limites.

La flèche est recalculée automatiquement lorsque vous entrez un nouveau ferrailage.

14.6.3. Planchers de poutrelles

Il convient d'égaliser les moments (ou le ferrailage) des poutrelles puisque le programme les dimensionne individuellement.

- Allez à **Poutrelles > Intérieures > Egaliser**. Une fenêtre s'ouvre avec le pourcentage de différence pour l'égalisation et le critère à choisir (ratio maximum ou ratio moyen).

Nous prendrons ici la valeur moyenne et un pourcentage de 50%. Ceci est dû au fait que dans les poutrelles

qui passent par les poteaux, la rigidité d'appui est plus importante et l'armature inférieure augmente donc beaucoup alors que la supérieure se réduit d'autant.

Ceci est la réalité mais les critères constructifs doivent s'imposer aux valeurs théoriques du calcul.



Fig. 14.113

- Cliquez sur **Accepter** pour effectuer l'égalisation.

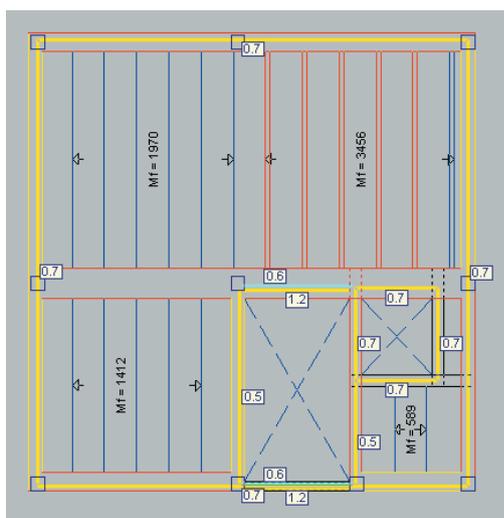


Fig. 14.114

- Réalisez l'égalisation dans les groupes restants. Tout ce qui a été dit pour les armatures supérieures est valable pour les inférieures.
- Activez la visibilité des inférieures avec l'option **Poutrelles > Vues**.

- Allez à **Poutrelles > Supérieures > Egaliser**. Une fenêtre s'ouvre avec le pourcentage de différence pour l'égalisation. On égalise uniquement les longueurs avec comme critère l'égalisation moyenne. Les capacités mécaniques ne sont pas modifiées puisque les diamètres de barre différant par nervure ne peuvent pas être égalisés.



Fig. 14.115

- Cliquez sur **Accepter** pour effectuer l'égalisation.

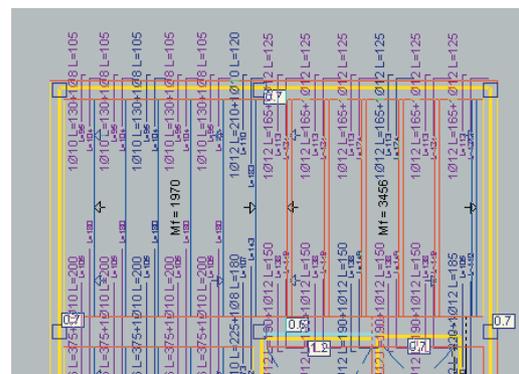


Fig. 14.116

Les bars de couleur magenta sont identiques à d'autres non dessinées sur les plans.

- Pour désactiver la visibilité des bars, allez dans **Poutrelles > Voir** et décochez **Voir occultées**.

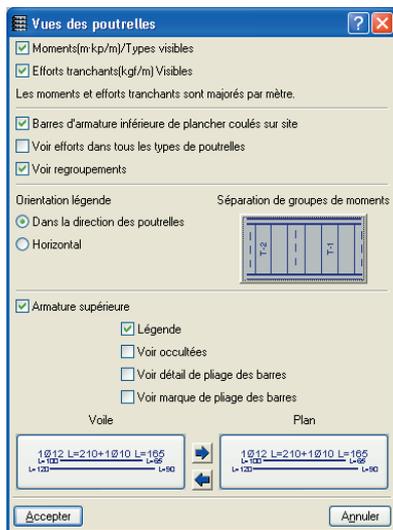


Fig. 14.117

Si l'égalisation réalisée n'est pas suffisante, vous pouvez utiliser une autre option qui permet de copier les armatures :

- Allez à **Poutrelles > Supérieures > Modifier**.
- Sélectionnez l'armature à modifier. Celle-ci se marque en **blanc** et une fenêtre s'ouvre avec la description de l'armature.

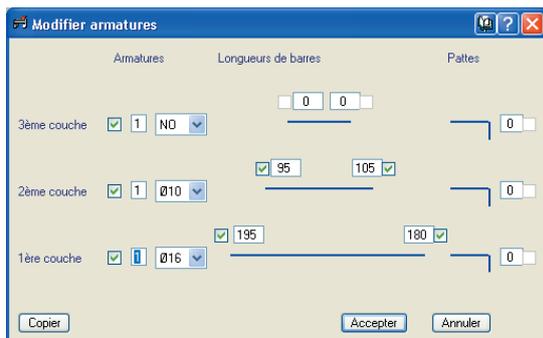


Fig. 14.118

- Cliquez sur **Copier**.
- Cliquez sur l'armature type. Une fenêtre avec sa description va alors s'afficher.

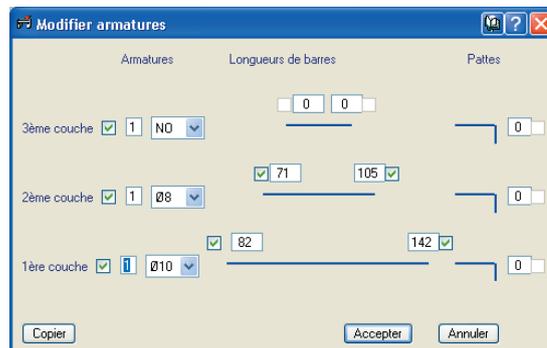


Fig. 14.119

- Cliquez sur **Accepter**.
- Une fois toutes les modifications nécessaires réalisées, allez dans **Poutrelles > Supérieures > Egaliser**.

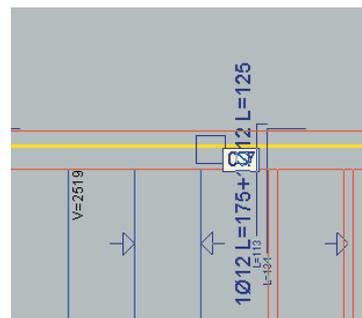


Fig. 14.120

- Effectuez l'égalisation dans le reste des niveaux. Vous pouvez aussi réaliser l'égalisation des inférieures des poutrelles en égalisant les quantités et les longueurs. Pour cela sélectionnez l'option **Egaliser** quantités comme le présente la figure suivante :



Fig. 14.121

Cette façon d'égaliser les armatures supérieures des poutrelles permet d'obtenir des résultats plus homogènes. Dans quelques occasions, le moment négatif de la poutrelle qui coïncide avec un poteau est substantiellement différent de celui du reste des poutrelles du même plancher. Avec l'égalisation par quantités, cette différence de moment négatif se répartit entre les poutrelles adjacentes et celle qui coïncide avec le poteau et de cette façon la différence entre les autres poutrelles du même plancher n'est plus aussi grande. Ainsi de cette manière, il arrive que l'ensemble des armatures supérieures d'un même plancher ait la même armature ou que la différence des armatures supérieures de poutrelles soit moins importante.

14.6.4. Fondation

- Placez-vous dans le groupe 0.
- Quand les semelles présentent des petites différences de dimensions (arrondi aux multiples de 25 cm), il convient de les grouper via l'option **Fondation > Eléments de fondation > Egaliser**.

Dans cet exemple, ne le faites pas car il n'y a pas deux types de semelle identiques. Vous pouvez cependant augmenter la dimension des semelles pour que leurs dimensions totales soient multiples de 25cm.

- Allez à **Fondation > Eléments de fondation > Editer**.

- Cliquez sur la semelle du poteau **P8**.

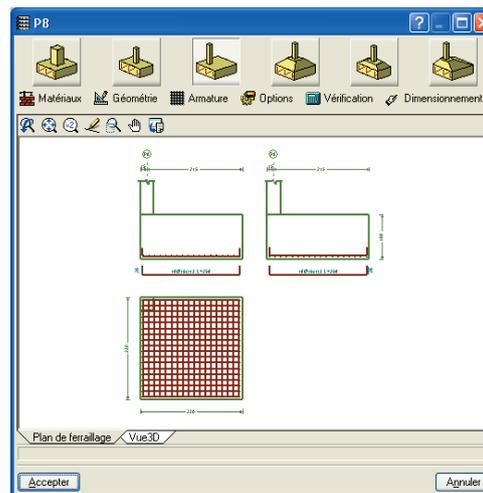


Fig. 14.122

- Cliquez sur **Geometrie**.
- Modifiez les dimensions comme l'indique la figure suivante :

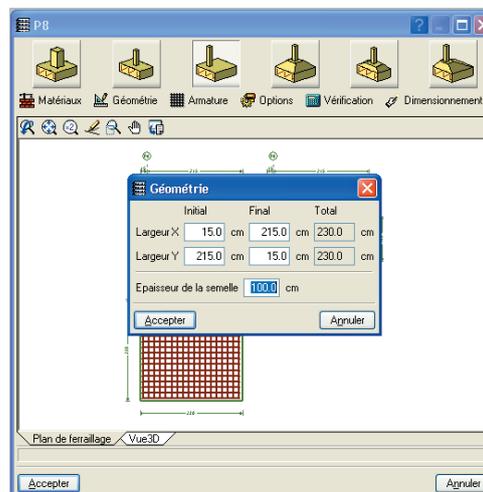


Fig. 14.123

- Pour recalculer, allez à **Dimensionnement > Réarmer**. Réalisez la même chose pour toutes les semelles.

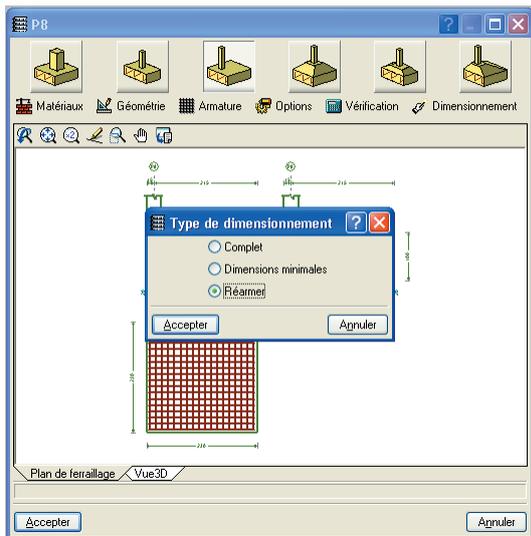


Fig. 14.124

Il est aussi conseillé d'égaliser les longrines. Même s'il n'existe pas d'option permettant d'effectuer cela directement, il est possible de le réaliser manuellement. Par exemple, pour égaliser toutes les longrines à la même épaisseur mais avec un ferrailage différent :

- Repérez la longrine de redressement avec le ferrailage le plus important pour une même épaisseur. Dans notre exemple, pour celles de type VC.T-4, il existe la VC.t-4.2 et la VC.T-4.
- Allez à **Fondation > Longrines de redressement et de liaison > Editer longrines avec calcul**.
- Cliquez sur une longrine **VC.T-4**, celle qui relie **P9** à **P10** par exemple. La fenêtre **Edition longrine de redressement** s'affiche.

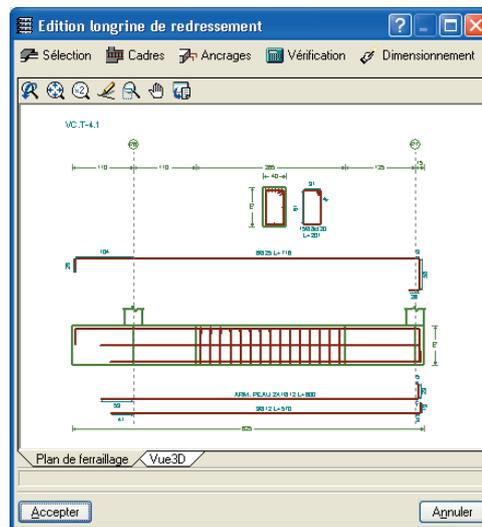


Fig. 14.125

- Cliquez sur le bouton **Sélection**.

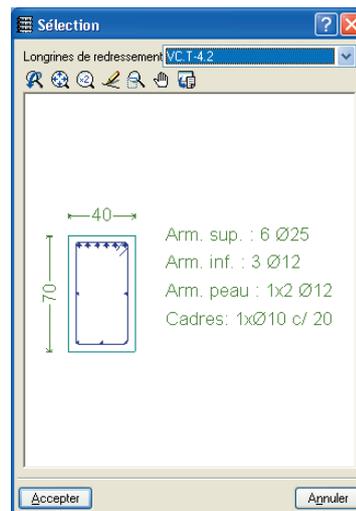


Fig. 14.126

- Choisissez dans le menu déroulant où sont indiquées les longrines de redressement disponible la **VC.T-4.2**.

Répétez cette opération sur toutes les longrines que vous souhaitez égaliser.

14.7. Retouche des textes avant l'obtention des plans

Pour empêcher que les textes ne se superposent sur les plans, vous pouvez modifier leur position. Vous devez aussi éviter que les textes ne recouvrent les armatures., etc. Pour vérifier cela, activez la visibilité des armatures du niveau.

- Allez à **Groupes > Références**.
- Cliquez droit avec la souris pour faire apparaître la fenêtre **Références poteaux, chevêtres et portiques**. Vérifier que la case **Modifier position** est activée.
- Cliquez sur le bouton **Références visibles** et cochez l'ensemble des options puis acceptez toutes les fenêtres pour revenir à la fenêtre principale.



Fig. 14.127

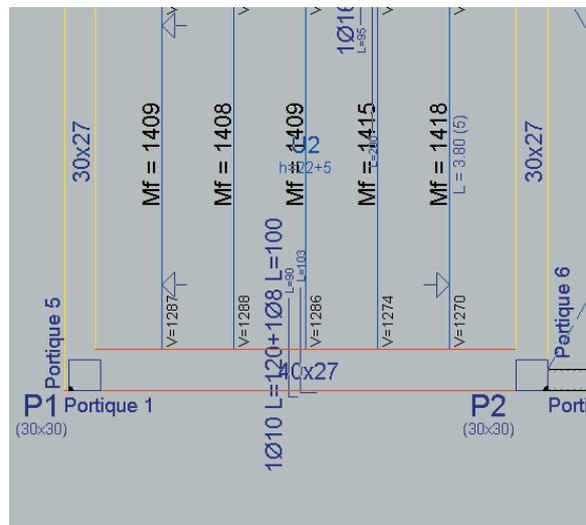


Fig. 14.128

- Déplacez maintenant l'ensemble des textes qui se superposent et tous ceux que vous souhaitez déplacer.

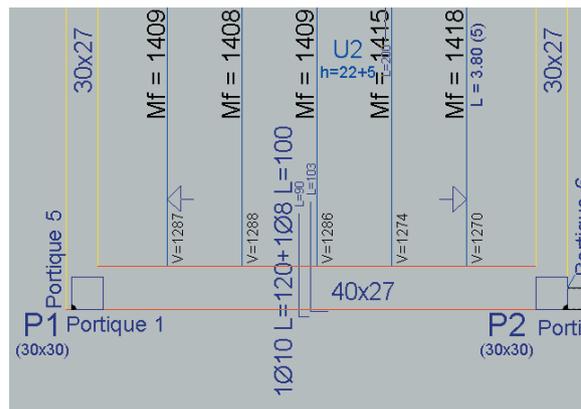


Fig. 14.129

La position des textes est également modifiable au moment de la réalisation des plans.

14.8. Obtention des plans

Aucune configuration préalable des formats de plans ou des périphériques n'est nécessaire. Le programme la réalise automatiquement sur la base de la configuration définie dans le **Panneau de configuration** de votre système et y ajoute celle pour le DXF/DWG.

Il existe plusieurs dimensions pour la sortie au format DXF/DWG et vous devez donc choisir en premier lieu une taille concrète de plan.

Pour cela :

- Allez à **Général > Configuration générale > Plans**.
- Sélectionnez le format **A0-A4**. C'est le format créé par le programme pour la sortie au format DXF/DWG.
- Dans la fenêtre **Dimensions**, double-cliquez sur **A0**. Dans la fenêtre de droite, ce format doit apparaître marger en rouge.

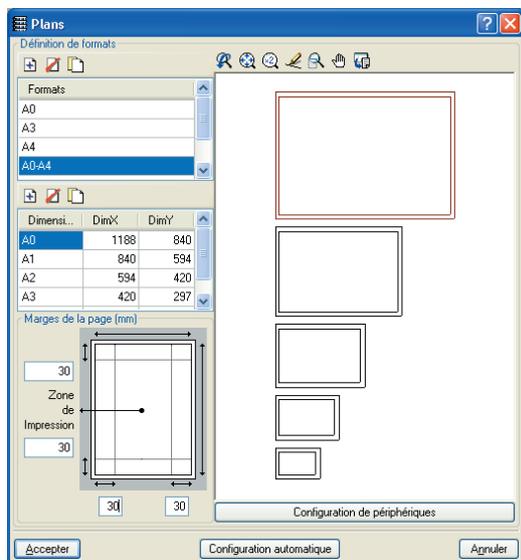


Fig. 14.130

- Cliquez sur **Accepter**.

Nous allons maintenant sortir les plans :

- Allez à **Fichier > Imprimer > Plans de l'ouvrage**.
- Dans la fenêtre **Sélection de plans**, ajoutez un élément et automatiquement la fenêtre **Edition de plans** s'affiche.
- Choisissez **Plans de niveau** dans le menu déroulant **Type de plan**.
- Optez pour les dessiner du groupe 1 au groupe 4 puis **Accepter**.

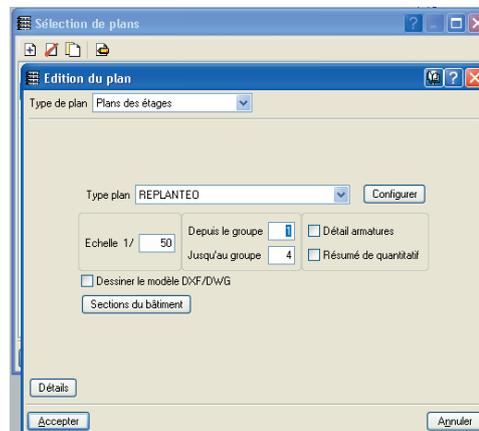


Fig. 14.131

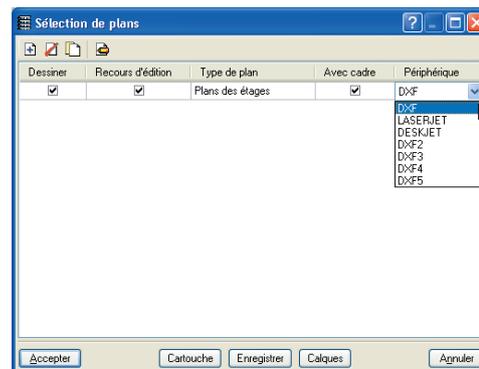


Fig. 14.132

- Choisissez **DXF** comme périphérique de sortie dans le menu déroulant.

Nous allons ici dessiner les plans de poutres avec les plans de niveau :

- Ajoutez un autre élément à la liste de la fenêtre **Sélection de plans**.
- Choisissez **Plans de poutres** dans le menu déroulant **Type de plan**.
- Optez pour les dessiner du groupe 1 au groupe 4 puis **Accepter**.

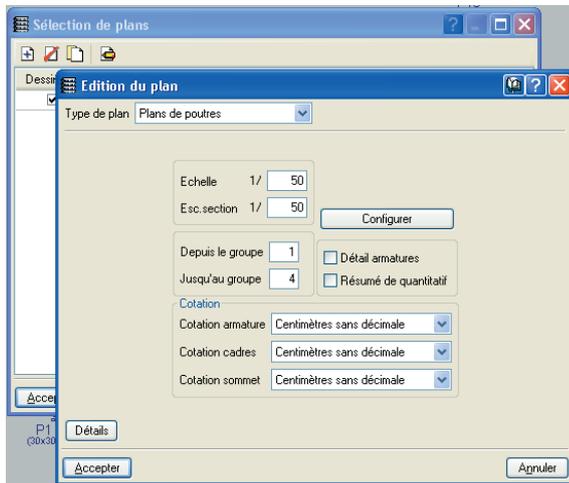


Fig. 14.133

Nous allons ajouter un détail constructif à ce plan.

- Cliquez sur le bouton **Détails**.

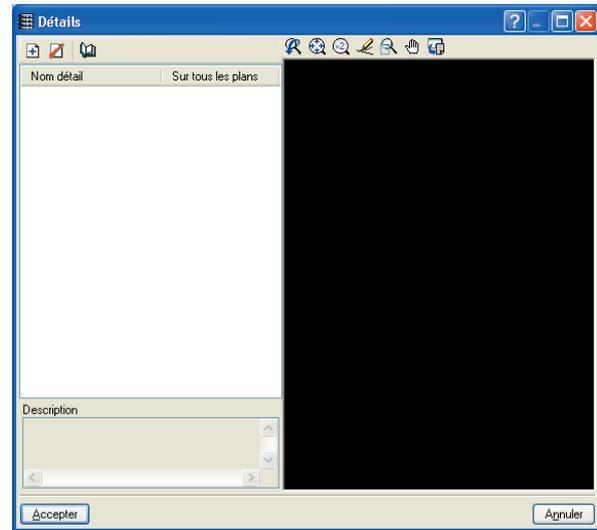


Fig. 14.134

- Ajoutez un élément à la liste.
- Dans la fenêtre **Sélection des détails** qui s'est ouverte, cliquez sur l'onglet **EHU**.
- Choisissez le détail **EHU399** puis **Accepter**.

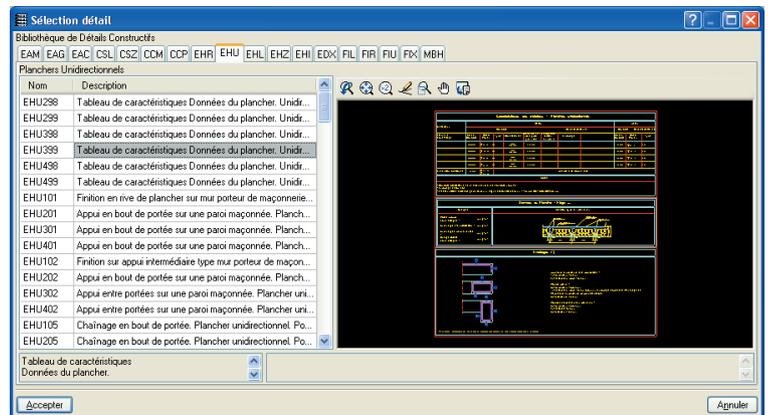


Fig. 14.135

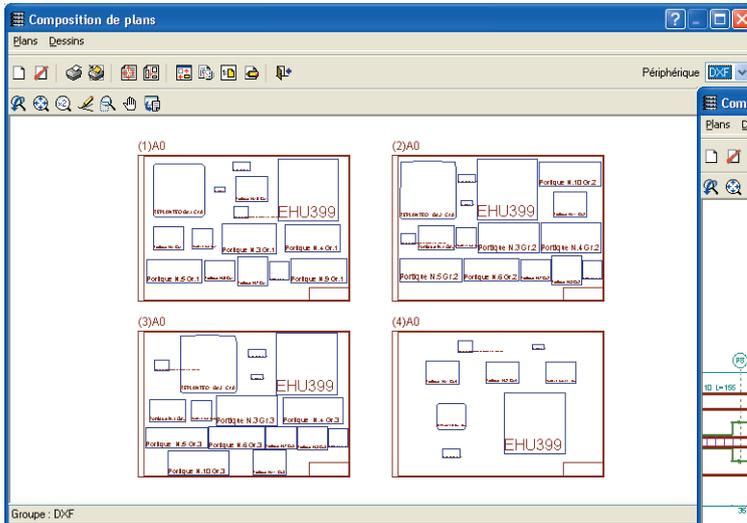


Fig. 14.138

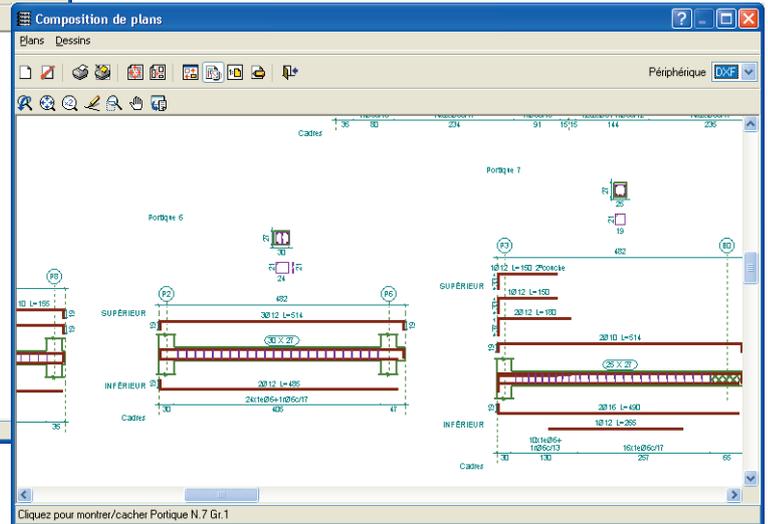


Fig. 14.139

- Pour visualiser une vue, cliquez sur **Dessins > Détails d'un objet** puis sur les objets que vous voulez voir en détails (Fig. 14.139).
- Pour modifier la position des textes, cliquez sur **Dessins > Editer objet** puis sur l'objet à modifier. Dans la fenêtre **Edition de dessins** (Fig. 14.140), vous pouvez effectuer toutes vos modifications.

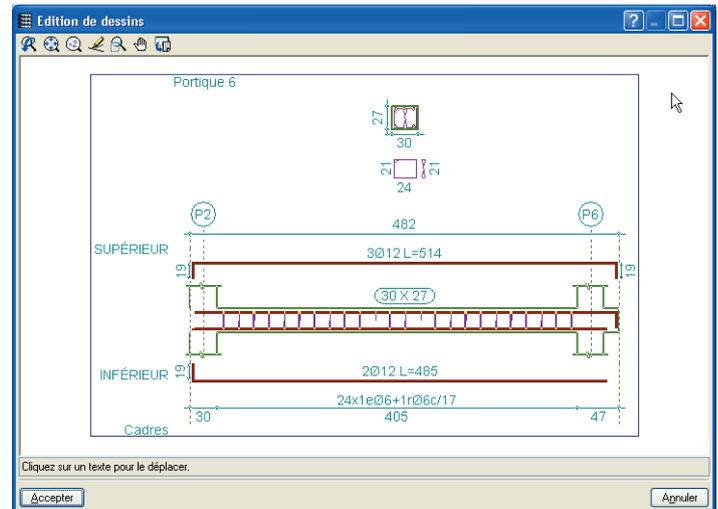


Fig. 14.140

Pour imprimer les plans :

- Allez à **Plans > Imprimer > Imprimer tous** et indiquez le nombre de plans à générer.
- Cliquez enfin sur **Accepter**.



Fig. 14.141