

Autodesk® ROBOT™ STRUCTURAL ANALYSIS 2012

Le générateur de combinaisons

Sommaire

1 -	OBJET :	2
2 -	QUELQUES DEFINITIONS :	2
3 -	LE GENERATEUR DE PONDERATIONS :	3
4 -	VISUALISATION DES COMBINAISONS :	6

1 - Objet :

Lors de calculs non-linéaire, le principe de superposition n'est pas applicable. Dans les versions antérieures d'Autodesk Robot Structural Analysis, la procédure pour transformer des pondérations en combinaisons était longue et fastidieuse. Depuis, la nouvelle version intègre un générateur de combinaisons automatiques. Vous trouvez ci-dessous les explications.

2 - Quelques définitions :

Calcul non-linéaire : Lorsque les déplacements subis par la structure ne permettent pas de confondre l'état déformé et l'état initial, on doit considérer ces déplacements. Les équations qui régissent l'équilibre de la structure sont alors fonction de la déformée de celle-ci. Cette condition amène à tenir compte de ce que l'on appelle la non-linéarité. Dans un calcul incrémental, il existe trois types de non-linéarité géométrique :

- **Non-linéarité brusque :** la raideur de la structure varie énormément suite à la suppression d'un (ou plusieurs) élément. Ce type de non-linéarité est due par exemple à l'utilisation d'appui unilatéral de relâchement unilatéral....
- **Non-linéarité 1^{er} ordre :** dans l'équation d'équilibre, on tient compte des termes du 1^{er} ordre. Notamment, il s'agit de la variation de contrainte (un élément tenu sera plus rigide qu'un élément comprimé par exemple). Cet effet est bien connu sous le nom de « *Stress-Stiffning* ».
- **Non-linéarité 2^{ème} ordre :** dans l'équation d'équilibre, on tient compte des termes du 2^{ème} ordre (et bien sûr des termes du 1^{er} ordre). Donc à chaque étape du calcul itératif, la déformation du calcul à l'étape n-1 est prise comme déformation initiale à l'étape n. On utilise le calcul non-linéaire 2^{ème} ordre dans les structures à câbles, structures très souples et très élancées.

Dans ce cas, le calcul non-linéaire ne peut être utilisé dans des calculs de superposition de cas de charge.

Principe de superposition : C'est le fait de décomposer un système compliqué en plusieurs systèmes simples et ensuite de recombinaison l'ensemble des systèmes (une somme) pour avoir le résultat du système compliqué.

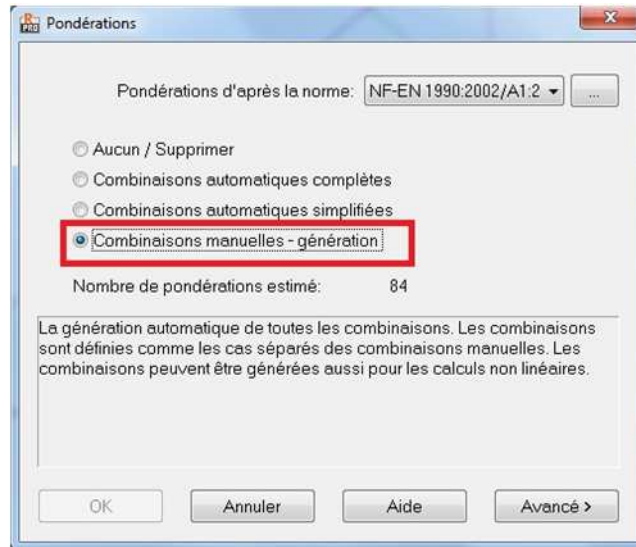
Combinaison : C'est l'association de plusieurs cas de charges simples multipliées respectivement par les coefficients de sécurité (γ , Ψ voir Eurocode EN 1990 tableau A.1-1). Cette opération s'effectue manuellement.

Pondération : C'est l'association de plusieurs cas de charges simples multipliées respectivement par les coefficients de sécurité (γ , Ψ voir Eurocode EN 1990 tableau A.1-1). Cette opération s'effectue automatiquement par le logiciel.

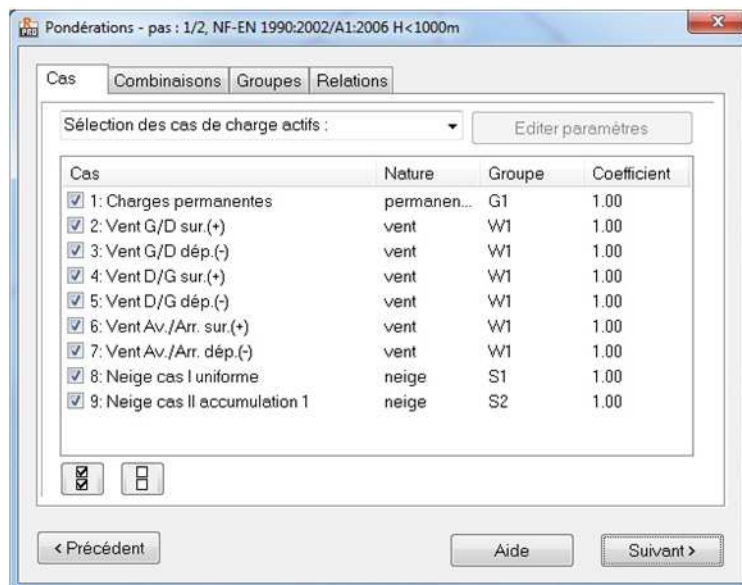
Coefficient de sécurité : La connaissance de l'intensité des charges en utilisation n'est pas suffisante : il faut prévoir la possibilité d'une utilisation inadaptée : imprudence de l'utilisateur, surcharge accidentelle ou prévue, défaillance d'une pièce, événement extérieur imprévu, ... On utilise pour cela un coefficient de sécurité qui englobe toutes ces conséquences.

3 - Le générateur de pondérations :

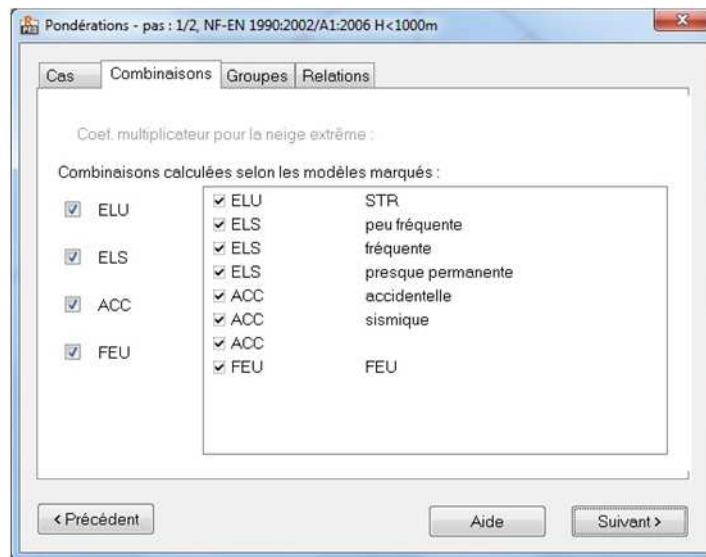
Après avoir modélisé la structure et créé les cas de charges ainsi que les charges afférentes (pour le neige et vent, l'utilisation du générateur climatique est très pratique), cliquer sur le menu déroulant « Charges \ Combinaisons automatiques... »



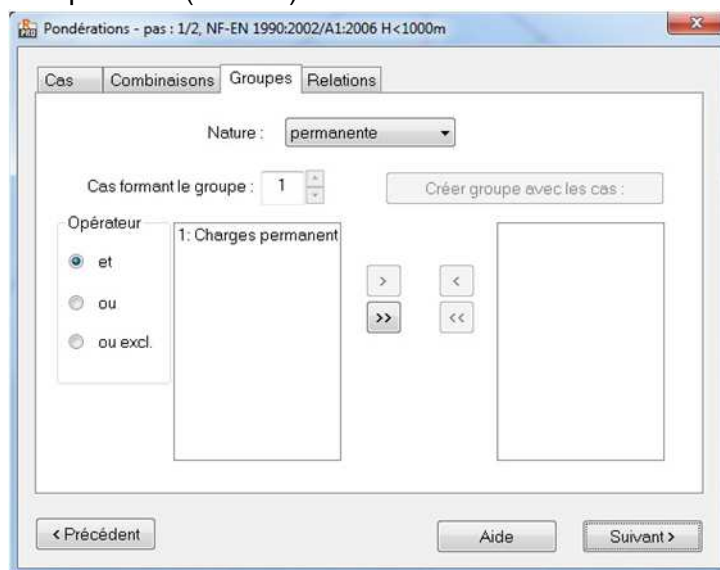
- Sélectionner la norme de pondération à utiliser,
- Activer l'option « *Combinaisons manuelles – génération* »,
- Cliquer sur le bouton « *Avancé >* »,



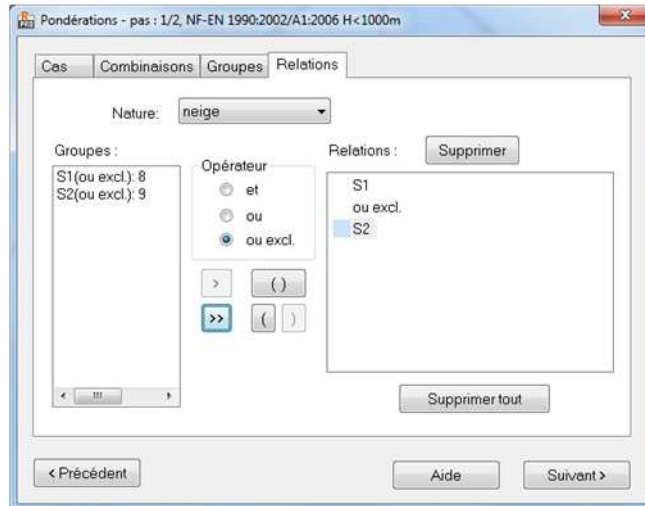
- L'onglet « Cas » : tous les cas simples doivent être activés, dans le cas contraire, les cas simples non cochés ne seront pas pris en compte lors des futures combinaisons.



- L'onglet « Combinaisons » : ici se trouve les combinaisons Etats Limites Ultimes (ELU), Etats Limites de Service (ELS), Etats Limites Accidentels (ACC), Conditions spéciales (ici FEU).



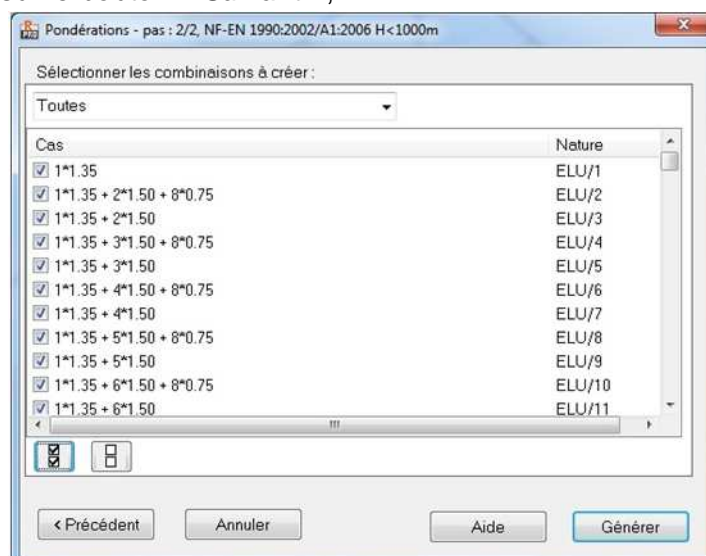
- L'onglet « *Groupes* » : il est possible de créer différents groupes constitués d'un ou plusieurs cas de charges. Par défaut, le logiciel constitue automatiquement des groupes et il crée des groupes de vent et de neige (avec un opérateur « *ou exclusif* »). Dans le cas de plusieurs cas de charges d'exploitation, il est parfois utile de créer plusieurs groupes.



- L'onglet « *Relations* » : cette partie permet de définir les relations entre groupes à l'aide des différents opérateurs. Il faut absolument que les différents groupes figurent dans la fenêtre de droite, dans le cas contraire ces groupes seront ignorés.

Nota : le logiciel associe les groupes entre eux par défaut mais lors de modifications (suppression de charges,...), l'utilisateur doit recréer manuellement les relations entre les groupes.

- Cliquer sur le bouton « *Suivant* »,



Dans une deuxième étape, vous pouvez sélectionner les combinaisons qui seront générées. Vous trouvez deux boutons qui permettent respectivement d'activer ou désactiver la totalité des combinaisons.

Cliquer sur le bouton « *Générer* ».

4 - Visualisation des combinaisons :

Pour visualiser les combinaisons générées cliquer dans le menu déroulant « Charges\ Tableau – Combinaisons » :

Combinaison	Nom	Type d'analyse	Nature de	Nature du cas	Définition
10 (C)	ELU/1=1*1.35	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.35
11 (C)	ELU/2=1*1.35 + 2*1.50 + 8*0.75	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.35+2*1.50+8*0.75
12 (C)	ELU/3=1*1.35 + 2*1.50	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.35+2*1.50
13 (C)	ELU/4=1*1.35 + 3*1.50 + 8*0.75	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.35+3*1.50+8*0.75
14 (C)	ELU/5=1*1.35 + 3*1.50	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.35+3*1.50
15 (C)	ELU/6=1*1.35 + 4*1.50 + 8*0.75	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.35+4*1.50+8*0.75
16 (C)	ELU/7=1*1.35 + 4*1.50	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.35+4*1.50
17 (C)	ELU/8=1*1.35 + 5*1.50 + 8*0.75	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.35+5*1.50+8*0.75
18 (C)	ELU/9=1*1.35 + 5*1.50	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.35+5*1.50
19 (C)	ELU/10=1*1.35 + 6*1.50 + 8*0.75	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.35+6*1.50+8*0.75
20 (C)	ELU/11=1*1.35 + 6*1.50	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.35+6*1.50
21 (C)	ELU/12=1*1.35 + 7*1.50 + 8*0.75	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.35+7*1.50+8*0.75
22 (C)	ELU/13=1*1.35 + 7*1.50	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.35+7*1.50
23 (C)	ELU/14=1*1.00	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.00
24 (C)	ELU/15=1*1.00 + 2*1.50 + 8*0.75	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.00+2*1.50+8*0.75
25 (C)	ELU/16=1*1.00 + 2*1.50	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.00+2*1.50
26 (C)	ELU/17=1*1.00 + 3*1.50 + 8*0.75	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.00+3*1.50+8*0.75
27 (C)	ELU/18=1*1.00 + 3*1.50	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.00+3*1.50
28 (C)	ELU/19=1*1.00 + 4*1.50 + 8*0.75	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.00+4*1.50+8*0.75
29 (C)	ELU/20=1*1.00 + 4*1.50	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.00+4*1.50
30 (C)	ELU/21=1*1.00 + 5*1.50 + 8*0.75	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.00+5*1.50+8*0.75
31 (C)	ELU/22=1*1.00 + 5*1.50	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.00+5*1.50
32 (C)	ELU/23=1*1.00 + 6*1.50 + 8*0.75	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.00+6*1.50+8*0.75
33 (C)	ELU/24=1*1.00 + 6*1.50	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.00+6*1.50
34 (C)	ELU/25=1*1.00 + 7*1.50 + 8*0.75	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.00+7*1.50+8*0.75
35 (C)	ELU/26=1*1.00 + 7*1.50	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.00+7*1.50
36 (C)	ELU/27=1*1.35 + 2*1.50 + 9*0.75	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.35+2*1.50+9*0.75
37 (C)	ELU/28=1*1.35 + 3*1.50 + 9*0.75	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.35+3*1.50+9*0.75
38 (C)	ELU/29=1*1.35 + 4*1.50 + 9*0.75	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.35+4*1.50+9*0.75
39 (C)	ELU/30=1*1.35 + 5*1.50 + 9*0.75	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.35+5*1.50+9*0.75
40 (C)	ELU/31=1*1.35 + 6*1.50 + 9*0.75	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.35+6*1.50+9*0.75
41 (C)	ELU/32=1*1.35 + 7*1.50 + 9*0.75	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.35+7*1.50+9*0.75
42 (C)	ELU/33=1*1.00 + 2*1.50 + 9*0.75	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.00+2*1.50+9*0.75
43 (C)	ELU/34=1*1.00 + 3*1.50 + 9*0.75	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.00+3*1.50+9*0.75
44 (C)	ELU/35=1*1.00 + 4*1.50 + 9*0.75	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.00+4*1.50+9*0.75
45 (C)	ELU/36=1*1.00 + 5*1.50 + 9*0.75	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.00+5*1.50+9*0.75
46 (C)	ELU/37=1*1.00 + 6*1.50 + 9*0.75	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.00+6*1.50+9*0.75
47 (C)	ELU/38=1*1.00 + 7*1.50 + 9*0.75	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.00+7*1.50+9*0.75
48 (C)	ELU/39=1*1.35 + 8*1.50	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.35+8*1.50
49 (C)	ELU/40=1*1.35 + 2*0.90 + 8*1.50	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.35+2*0.90+8*1.50
50 (C)	ELU/41=1*1.35 + 3*0.90 + 8*1.50	Combinaison lin	ELU	permanente	1*1.35+3*0.90+8*1.50

A ce niveau, il est encore possible de modifier la valeur des coefficients de sécurité :

- Cliquer sur l'onglet « Edition » (en bas à gauche du tableau),
- Les champs des différents deviennent éditables et donc modifiables.

Nota : il est aussi possible de copier et coller ce tableau de Autodesk Robot Structural Analysis vers un logiciel de type tableur (Excel, Open Office, Libre Office...).