

ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE
DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

N° 397 SEPTEMBRE 1981

SERIE : BULLETIN DU CACT
INFORMATIQUE APPLIQUEE

ISSN 0020-2568

N° 50

Logiciel EOLE

(Vent, séisme, descente de charges)

CENTRE D'ASSISTANCE AU CALCUL TECHNIQUE (CACT)
INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

RESUME

Le logiciel EOLE réalisé par M. Hénin, calcule les efforts, les déplacements et les contraintes des systèmes de contreventement de bâtiments constitués de voiles solidarités par des linteaux et soumis à des chargements statiques quelconques (en particulier vent ou séisme).

Le programme utilise la méthode des matrices transfert. Il se caractérise principalement par son très large champ d'application, sa simplicité d'emploi, ses performances en temps de calcul.

Le CACT propose deux versions du programme EOLE :

- une version accessible en service guichet ou en télétraitement ;
- une version « clé en main » avec un micro ou un mini-ordinateur.

ZUSAMMENFASSUNG

Das Programm EOLE, aufgestellt von Henin, berechnet die Schnittgrößen, Verschiebungen und Spannungen in Windaussteifungen von Gebäuden, die durch Wände und Unterzüge gebildet und von beliebigen statischen Lasten beansprucht werden (im besonderen Wind- und Erdbeben-einwirkungen).

Das Programm benützt Übertragungsmatrizen. Es zeichnet sich besonders durch den sehr grossen Anwendungsbereich, durch seine einfache Anwendung und durch die geringe Rechenzeit aus.

Das CACT schlägt zwei Versionen dieses Programms vor:

- Eine Version, die im Rechenzentrum installiert ist und unmittelbar oder mittelbar über Fernschreiber angesprochen werden kann ;
- Eine Version zur direkten Programmierung von Mikro- oder Minirechnern.

SUMMARY

The EOLE computer program built by Mr. Henin calculates the forces, the displacements and the stresses of the wind bracing system of buildings composed of shells held in place by lintels and subjected to random static load effects (wind or earthquake in particular).

The program uses the method of transfer matrices. It is characterized chiefly by its very broad field of application, its simple use, its computing time performances.

The CACT proposes two EOLE program versions:

- one version available via ticket office service or teletreatment;
- one «turnkey» version with a micro- or mini-computer.

RESUMEN

El programa EOLE, realizado por el Señor Henin, calcula los esfuerzos, los desplazamientos y las tensiones de los sistemas de arriostramiento de edificios formados por láminas unidas por dinteles y sometidas a cargas estáticas indeterminadas (fundamentalmente, viento o terremoto).

El programa utiliza el método de las matrices de transferencia y se destaca principalmente por su campo de aplicación sumamente amplio, su sencillez de empleo y sus resultados prácticos en cuanto al tiempo de cálculo.

El CACT dispone de dos versiones del programa EOLE :

- una versión accessible en servicio de ventanilla o en teleprocesamiento ;
- una versión « llaves en mano » con un micro o un minicalculador.

Les thèses et la méthode d'exposition adoptées par les auteurs peuvent parfois heurter certains points de vue habituellement admis. Mais il doit être compris que ces thèses, à l'égard desquelles l'Institut Technique ne saurait prendre parti, ne visent en rien les personnes ni le principe des Institutions.

Logiciel EOLE

(Vent, séisme, descente de charges)

Cet article a pour but de présenter un nouveau programme destiné au calcul des contreventements complexes. L'exposé ci-après a été rédigé en collaboration avec M. HENIN, Ingénieur civil des Ponts et Chaussées, Docteur-Ingénieur et auteur du programme.

1. OBJECTIFS DU PROGRAMME

EOLE est un programme de calcul général et complet des systèmes de contreventement de bâtiment constitués de voiles reliés par des linteaux et soumis à des chargements statiques quelconques (en particulier VENT et SEISME). Un calcul de descente de charges peut être effectué simultanément.

Le programme EOLE est principalement caractérisé par :

- 1) **Son très large champ d'application** : les systèmes de contreventement à calculer et les chargements appliqués sont décrits tels qu'ils sont (et non tels qu'ils devraient être pour s'adapter à telle ou telle méthode). La préparation des données et l'exploitation des sorties sont donc simples et rapides et les résultats plus précis et plus fiables puisque plus près de la réalité.
- 2) **Sa simplicité d'emploi** : l'écriture des fichiers de données, en format libre, ne nécessite qu'un minimum de calculs préparatoires. Ces données sont vérifiées par le programme à la lecture (syntaxe et cohérence des données entre elles) et récapitulées clairement (tableaux, dessins). Les résultats (efforts, contraintes et déplacements) sont présentés étage par étage.
- 3) **Les performances en temps-calcul et en occupation mémoire** : la méthode de calcul utilisée ainsi que l'optimisation des algorithmes permettent un calcul rapide avec une mémoire-système réduite. Cet avantage autorise en particulier le traitement de gros problèmes sur les calculateurs Hewlett-Packard 9845 dotés d'une mémoire de 64 K octets au moins.

2. PRESENTATION DU PROGRAMME

2.1. Matériel

Le programme EOLE est disponible en deux versions :

- La version en FORTRAN, opérationnelle dans la Banque de Programmes du CACT implantée sur un ordinateur IBM 370/158 et accessible en service guichet et en télétraitement. Cette version sera également, à la fin de l'année 1981, disponible sur mini-ordinateur HP 1 000.
- la version en BASIC étendu HP, opérationnelle sur HP 9845 (mémoire système de 64 K octets au moins).

2.2. Méthode de calcul

2.2.1. Principe

La méthode de calcul utilise la technique des matrices transfert. Le vecteur état considéré comporte un certain nombre de paramètres décrivant le comportement en flexion, torsion gauchie et compression-traction de la section du contreventement, à un niveau donné. Des matrices transfert sont associées à chaque type de singularité (niveau à linteaux, discontinuité de section des voiles) et aux « tranches » du système de contreventement comprises entre deux singularités successives. Cette méthode, économique en temps-machine

et en occupation-mémoire, permet de calculer simplement des immeubles complexes.

2.2.2. Références théoriques

Calcul matriciel : « Calcul statique des systèmes de contreventement tridimensionnels irréguliers par la méthode des matrices transfert », Hénin Michel, *Annales de l'ITBTP*, série TMC/212 (janvier 1978).

Calcul des caractéristiques géométriques des voiles : « Théorie générale des noyaux de contreventement des grandes tours », Laredo Morgan, *Annales de l'ITBTP* (mars 1973).

2.3. Domaine d'utilisation

Le domaine d'utilisation et les performances du programme sont résumés ci-après.

2.3.1. Hypothèses fondamentales

- Les calculs se font dans le domaine élastique linéaire.
- Le fonctionnement des voiles en flexion, torsion gauchie et compression-traction est régi par la théorie usuelle des poutres sans distorsion et généralisée par Vlassov (« Pièces longues en voiles minces », Eyrolles-Paris 1962).
- Les planchers sont indéformables dans leur plan.

2.32. Voiles

- Les voiles sont des surfaces prismatiques **ouvertes** quelconques.
- La disposition en plan des voiles est quelconque.
- Les voiles peuvent présenter des discontinuités brusques de section transversale (avec disparition éventuelle de certains voiles dans les étages supérieurs).
- Les déformations d'effort normal et le gauchissement propre des voiles sont pris en compte dans le calcul.

2.33. Files de linteaux

- Les files de linteaux relient deux voiles ou deux bords d'un même voile.
- Les files de linteaux peuvent être irrégulières (variation des portées et des inerties des linteaux sur la hauteur d'une file).
- Il est possible « d'agrafer » ponctuellement deux voiles voisins en utilisant des liaisons rigides.

2.34. Conditions de fondation

- Les voiles sont fondés rigidement (encastrement parfait) ou élastiquement.
- Des dénivellations verticales peuvent être imposées aux fondations (tassements différentiels).

2.35. Chargements appliqués

- Charges horizontales concentrées ou réparties (effort horizontal + couple de torsion).
- Charges verticales excentrées, appliquées directement en un point d'un voile ;
- Charges permanentes ou surcharges d'exploitation, avec génération automatique du poids propre des voiles (ces charges permanentes et surcharges sont traitées uniquement en descente de charges, et ne font pas travailler les structures en flexion, torsion et compression-traction).
- Dénivellations imposées des fondations (tassements différentiels).

2.4. Introduction des données

Les données sont rassemblées dans un fichier dans lequel les listes de paramètres (cotes d'étages, coordonnées et numéros de points, chargements...) sont annoncées par des lettres-clé.

3. EXEMPLE COMMENTE

Vérification au séisme d'un bâtiment R + 9.

3.1. Description du bâtiment (fig. 1)

- Bâtiment R + 9 de 27 m de hauteur (dix hauteurs d'étage de 2.70 m).
- Contreventement assuré par sept voiles en béton banché ($E = 3\,800\,000\text{ T/m}^2$).
- Quatre files de linteaux.

Caractéristiques des voiles

Epaisseurs uniformes de 18 cm, sauf pour le voile 4 entre 0 et 16.20 m.

Voiles 1.3 et 5 : caractéristiques constantes de 0 à

Cette organisation des données est associée à une présentation en **format libre** : l'utilisateur est ainsi libéré des contraintes du format fixe et peut tirer profit des répétitions ou incrémentations rencontrées dans les listes de données (cf. annexe 1). Des commentaires, des lignes blanches peuvent être insérés à volonté dans le fichier pour améliorer son intelligibilité. La lecture des données s'accompagne de tests détectant les erreurs éventuelles dans la syntaxe ou l'organisation des données. Le fichier des données est imprimé au fur et à mesure de sa lecture et les erreurs détectées donnent lieu à l'émission de messages insérés derrière les séquences de données erronées.

2.5. Sortie des résultats

2.5.1. Ecriture des données - Tracé des plans d'étage

Après lecture du fichier de données, celles-ci sont imprimées dans les tableaux récapitulatifs. Des tests supplémentaires vérifient la compatibilité et la cohérence des données entre elles. Les messages d'erreur correspondants sont insérés dans les tableaux concernés. Enfin, l'utilisateur peut obtenir le dessin des plans d'étage (dessin sur traceur, sur écran graphique ou sur imprimante incorporée suivant le matériel utilisé).

1.5.2. Sortie des résultats du calcul

Le calcul proprement dit n'est effectué que si aucune erreur n'a été détectée. Les résultats suivants sont imprimés, étage par étage :

- A chaque étage : le déplacement horizontal d'ensemble de l'étage (translation + rotation) et les efforts dans les linteaux (avec rappel des caractéristiques de ceux-ci, pour vérification) ;
- Aux étages choisis par l'utilisateur : les efforts internes dans les voiles au-dessous et au-dessus de la section d'étage, les contraintes et les déplacements verticaux des points anguleux des voiles.

L'utilisateur donne un nom à chaque étage afin de clarifier la présentation des tableaux de résultats.

2.6. Taille des problèmes

Les versions en service permettent de traiter de très gros problèmes (plusieurs dizaines de voiles, de files de linteaux et d'étages).

16.20 m (plancher haut 5^e étage), puis de 16.20 m à 27 m.

Voiles 2 et 7 : caractéristiques constantes sur la hauteur du bâtiment.

Voile 4 : géométrie constante sur la hauteur de l'immeuble, mais changement d'épaisseur à 16.20 m (20 cm au-dessous, 18 cm au-dessus).

Voile 6 : supprimé au niveau 16.20 m.

Il y a donc deux groupes d'étages : 0 m à 16.20 m et 16.20 m à 27 m.

Caractéristiques des files de linteaux

- File 1 (reliant les voiles 3 et 4) : dix linteaux identiques de raideur égale à 10 500 t/m.

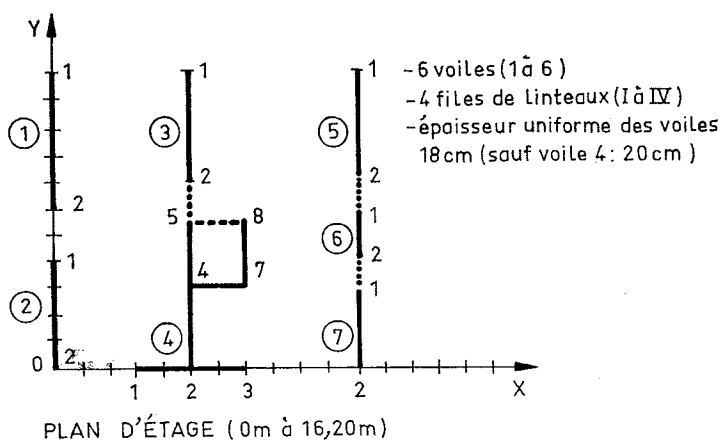
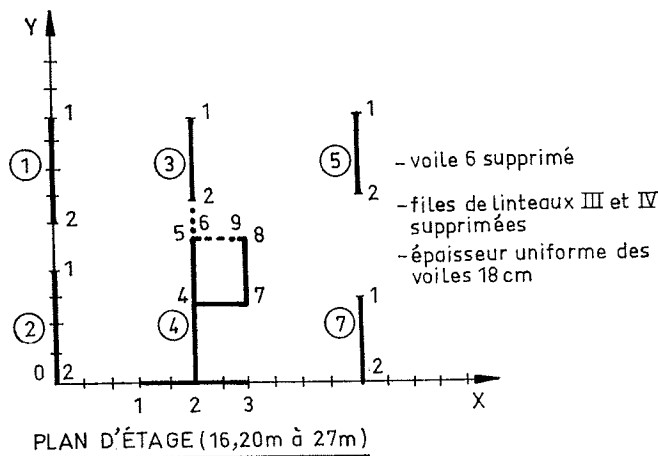


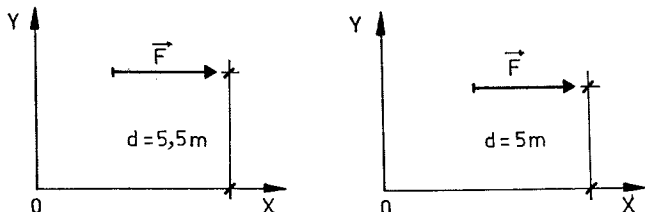
Fig. 1.

- File 2 (interne au voile 4) : six linteaux de raideur égale à 32 000 t/m puis quatre linteaux de raideur égale à 29 000 t/m.
- File 3 (reliant les voiles 5 et 6) : six linteaux de raideur égale à 19 000 t/m pour les six premiers niveaux. Pas de linteaux dans le 2^e groupe d'étages (suppression du voile 6).
- File 4 (reliant les voiles 6 et 7) : identique à la file 3.

3.2. Description du chargement

Action sismique

Elle est représentée par un système de forces horizontales dirigées suivant OX et est appliquée au centre de gravité de chaque étage (supposé confondu avec le centre géométrique) :



Ces forces induisent, par rapport à l'axe vertical OZ, un moment de torsion négatif de valeur $-F \times d$.

On admettra que ces forces ont les valeurs suivantes : (n est le numéro du plancher ; n = 10 pour la terrasse).

$$1 \leq n \leq 6 \Rightarrow F = n \times 0.987 \text{ tonnes.}$$

$$7 \leq n \leq 10 \Rightarrow F = n \times 0.888 \text{ tonnes.}$$

Charges permanentes

On admettra qu'elles ont, par étage, les valeurs suivantes :

Voiles	Etages 1 à 6 (tonnes)	Etages 7 à 9 et terrasse (tonnes)
1	8.55	7.00
2	7.15	7.00
3	14.60	11.55
4	17.80	17.80
5	7.75	8.25
6	3.85	0.00
7	5.80	7.30

(Le poids propre des voiles sera cumulé automatiquement $RO = 2.5 \text{ t/m}^3$).

Charges d'exploitation

On admettra qu'elles ont, par étage, les valeurs suivantes :

Voiles	Etages 1 à 6 (tonnes)	Etages 7 à 9 (tonnes)	Terrasse
1	2.25	1.90	0
2	1.90	1.90	0
3	4.00	3.10	0
4	4.80	4.80	0
5	2.00	2.20	0
6	1.05	0.00	0
7	1.50	1.95	0

La dégression des surcharges par étage est appliquée à ces valeurs (séquence K). Pour simplifier la présentation, les sollicitations sismiques verticales sont négligées (elles pourraient, dans le cas contraire, être ajoutées aux valeurs de surcharges ci-dessus).

3.3. Résultats

Les résultats du traitement sont partiellement présentés ci-après (un listing complet correspondant à cet exemple est annexé à la notice d'utilisation).

```

*****
* PROGRAMME E O L E VERSION 2.2 *
* *
*****

BATIMENT R+9. VERIFICATION AU SEISME.

B 3800000 2.5
F 3 4 4 4 5 6 6 7
E 0,27,2.7
G 0 16.2 27

G1
V1 2*0 11 6 1 2 .18
V2 2*0 4 0 1 2 .18
V3 2*5 11 7 1 2 .18
V4 3 5 7 2*5 5.5 2*7 6.5 3*0 2(3 2*5.5) 1 2 2 3 2 4 4 5 5 6 4 7 7 8
8 9 8*.20
V5 2*11 11 7 1 2 .18
V6 2*11 6 4 1 2 .18
V7 2*11 3 0 1 2 .18
L 2 5 6 9 2(2 1)

G2
V1 2*0 10 6 1 2 .18
V3 2*5 10 7 1 2 .18
V4 8*.18
V 11 10 7 1 2 .18
Y
F 1.2500 6*32000 4*29000 2(6*19000 4*0)

C 17,217 .987,5.922,.987 6.216,8.880,.888 10*0 -5.42 -32.968,-5.428
- 38,-44.4,-4.44
F 6*0.55 4*7 6*7.15 4*7 0*14.6 4*11.55 10*17.0 6*7.75 4*8.25 6*3.
85 4*0 6*5.8 4*7.3
S 0 2 25 3*1.9 0 9*1.9 0 6*4 3*3.1 0 9*4.8 0 6*2 3*2 6*1.05
*0 6*1.5 3*1.95 0
K 3*.5 .5,1,.1 1

#
1 REZ DE CHAUSSEE / FUNDATIONS
1 PLANCHER HAUT REZ DE CHAUSSEE
0 PLANCHER HAUT 1er ETAGE
0 PLANCHER HAUT 2ème ETAGE
0 PLANCHER HAUT 3ème ETAGE
0 PLANCHER HAUT 4ème ETAGE
1 PLANCHER HAUT 5ème ETAGE
0 PLANCHER HAUT 6ème ETAGE
0 PLANCHER HAUT 7ème ETAGE
0 PLANCHER HAUT 8ème ETAGE
1 PLANCHER HAUT 9ème ETAGE
    
```

BATIMENT R+9. VERIFICATION AU SEISME.

MODULE D'YOUNG 3800000 T/m²
 POIDS VOLUMIQUE DU BETON 2.50 T/m³

NOMBRE DE VOILES 7
 NOMBRE DE FILES DE LINTERAUX 4
 NOMBRE DE LIAISONS RIGIDES 0
 NOMBRE D'ETAGES 10
 NOMBRE DE GROUPES D'ETAGES 2

Niveau	0.00	(R)	REZ DE CHAUSSEE / FONDATIONS
Niveau	2.70	(R)	PLANCHER HAUT REZ DE CHAUSSEE
Niveau	5.40		PLANCHER HAUT 1er ETAGE
Niveau	8.10		PLANCHER HAUT 2ème ETAGE
Niveau	10.80		PLANCHER HAUT 3ème ETAGE
Niveau	13.50		PLANCHER HAUT 4ème ETAGE
Niveau	16.20	(R)	PLANCHER HAUT 5ème ETAGE
Niveau	18.90		PLANCHER HAUT 6ème ETAGE
Niveau	21.60		PLANCHER HAUT 7ème ETAGE
Niveau	24.30		PLANCHER HAUT 8ème ETAGE
Niveau	27.00	(R)	PLANCHER HAUT 9ème ETAGE

Groupe d'étages	1	0.00 m	16.20 m
Groupe d'étages	2	16.20 m	27.00 m

DESCRIPTION GEOMETRIQUE DES VOILES

 GROUPE D'ETAGES 1

Voiles	Points	X	Y	Oméga	I	J	Epaisseurs
1	1	0.00	11.00	0.00	1	2	0.180
	2	0.00	6.00	0.00			
2	1	0.00	4.00	0.00	1	2	0.180
	2	0.00	0.00	0.00			
3	1	5.00	11.00	0.00	1	2	0.180
	2	5.00	7.00	0.00			
4	1	3.00	0.00	-1.87	1	2	0.200
	2	5.00	0.00	0.29	2	3	
	3	7.00	0.00	2.45	2	4	
	4	5.00	3.00	0.47	4	5	

	5	5.00	5.50	0.63	5	6	0.200
	6	5.50	5.50	-1.58	4	7	0.200
	7	7.00	3.00	-3.37	7	8	0.200
	8	7.00	5.50	1.79	8	9	0.200
	9	6.50	5.50	4.00			
5	1	11.00	11.00	0.00	1	2	0.180
	2	11.00	7.00	0.00			
6	1	11.00	6.00	0.00	1	2	0.180
	2	11.00	4.00	0.00			
7	1	11.00	3.00	0.00	1	2	0.180
	2	11.00	0.00	0.00			

 GROUPE D'ETAGES 2

Voiles	Points	X	Y	Oméga	I	J	Epaisseurs
1	1	0.00	10.00	0.00	1	2	0.180
	2	0.00	6.00	0.00			
2	Répété						
3	1	5.00	10.00	0.00	1	2	0.180
	2	5.00	7.00	0.00			
4	1	3.00	0.00	-1.87	1	2	0.180
	2	5.00	0.00	0.29	2	3	0.180
	3	7.00	0.00	2.45	2	4	0.180
	4	5.00	3.00	0.47	4	5	0.180
	5	5.00	5.50	0.63	5	6	0.180
	6	5.50	5.50	-1.58	4	7	0.180
	7	7.00	3.00	-3.37	7	8	0.180
	8	7.00	5.50	1.79	8	9	0.180
	9	6.50	5.50	4.00			
5	1	11.00	10.00	0.00	1	2	0.180
	2	11.00	7.00	0.00			
6	Supprimé						
7	Répété						

CARACTERISTIQUES DES FILES DE L'INTERAUX

POINTS ORIGINE ET EXTREMITE DES L'INTERAUX

(une ligne blanche indique que la file est supprimée)

GROUPE D'ETAGES 1

File	Origine voile(point)	Extrémité	Portée (m)
------	-------------------------	-----------	---------------

1	3(2)	4(5)	1.50
2	4(6)	4(9)	1.00
3	5(2)	6(1)	1.00
4	6(2)	7(1)	1.00

 GROUPE D'ETAGES 2

File	Origine voile(point)	Extrémité	Portée (m)
1	3(2)	4(5)	1.50
2	4(6)	4(9)	1.00
3			
4			

 RAIDEURS DES LINTEAUX

Files de linteaux		1	2	3	4
Niveau 2.70		10500	32000	19000	19000
Niveau 5.40		10500	32000	19000	19000
Niveau 8.10		10500	32000	19000	19000
Niveau 10.80		10500	32000	19000	19000
Niveau 13.50		10500	32000	19000	19000
Niveau 16.20		10500	32000	19000	19000
Niveau 18.90		10500	29000	0	0
Niveau 21.60		10500	29000	0	0
Niveau 24.30		10500	29000	0	0
Niveau 27.00		10500	29000	0	0

DESCRIPTION DES CHARGES APPLIQUEES

 CHARGES HORIZONTALES CONCENTREES

Niveaux	FX	FY	C
2.70	0.987	0.000	-5.428
5.40	1.974	0.000	-10.856
8.10	2.961	0.000	-16.284
10.80	3.948	0.000	-21.712
13.50	4.935	0.000	-27.140
16.20	5.922	0.000	-32.568
18.90	6.216	0.000	-31.080
21.60	7.104	0.000	-35.520
24.30	7.992	0.000	-39.960
27.00	8.880	0.000	-44.400

 CHARGES PERMANENTES (Sans le poids propre des voiles)

Voiles	1	2	3	4	5
--------	---	---	---	---	---

Niveau	2.70	8.550	7.150	14.600	17.800	7.750
Niveau	5.40	8.550	7.150	14.600	17.800	7.750
Niveau	8.10	8.550	7.150	14.600	17.800	7.750
Niveau	10.80	8.550	7.150	14.600	17.800	7.750
Niveau	13.50	8.550	7.150	14.600	17.800	7.750
Niveau	16.20	8.550	7.150	14.600	17.800	7.750
Niveau	18.90	7.000	7.000	11.550	17.800	8.250
Niveau	21.60	7.000	7.000	11.550	17.800	8.250
Niveau	24.30	7.000	7.000	11.550	17.800	8.250
Niveau	27.00	7.000	7.000	11.550	17.800	8.250
Voiles		6	7			
Niveau	2.70	3.850	5.800			
Niveau	5.40	3.850	5.800			
Niveau	8.10	3.850	5.800			
Niveau	10.80	3.850	5.800			
Niveau	13.50	3.850	5.800			
Niveau	16.20	3.850	5.800			
Niveau	18.90	0.000	7.300			
Niveau	21.60	0.000	7.300			
Niveau	24.30	0.000	7.300			
Niveau	27.00	0.000	7.300			
SURCHARGES D'EXPLOITATION						

Voiles		1	2	3	4	5
Niveau	2.70	1.125	0.950	2.000	2.400	1.000
Niveau	5.40	1.125	0.950	2.000	2.400	1.000
Niveau	8.10	1.125	0.950	2.000	2.400	1.000
Niveau	10.80	1.125	0.950	2.000	2.400	1.000
Niveau	13.50	1.350	1.140	2.400	2.800	1.200
Niveau	16.20	1.575	1.330	2.800	3.360	1.400
Niveau	18.90	1.520	1.520	2.400	3.840	1.760
Niveau	21.60	1.710	1.710	2.790	4.320	1.980
Niveau	24.30	1.900	1.900	3.100	4.800	2.200
Niveau	27.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Voiles		6	7			
Niveau	2.70	0.525	0.750			
Niveau	5.40	0.525	0.750			
Niveau	8.10	0.525	0.750			
Niveau	10.80	0.525	0.750			
Niveau	13.50	0.630	0.900			
Niveau	16.20	0.735	1.050			
Niveau	18.90	0.000	1.560			
Niveau	21.60	0.000	1.755			
Niveau	24.30	0.000	1.950			
Niveau	27.00	0.000	0.000			

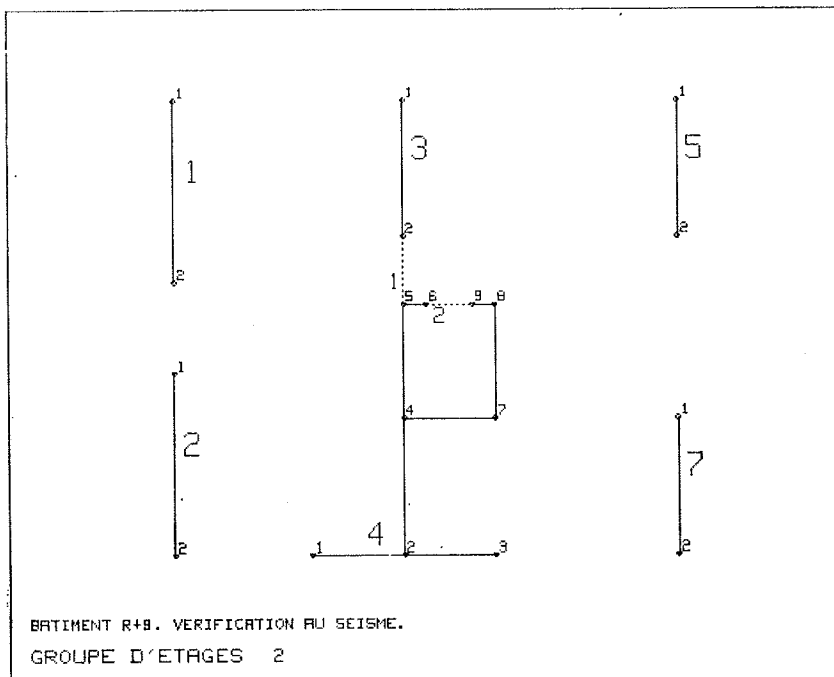
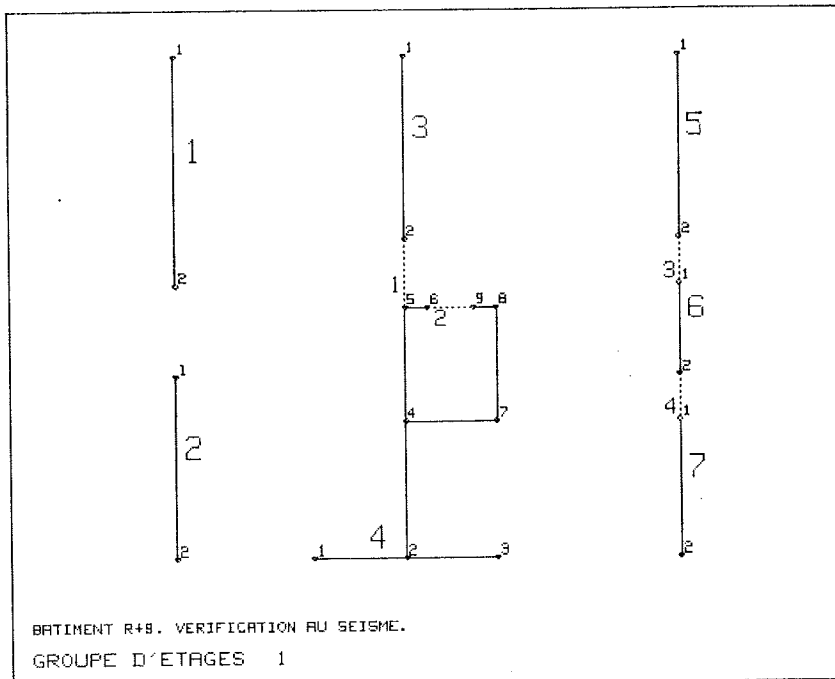
CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES CALCULEES DES GROUPE D'ETAGES

 GROUPE D'ETAGES 1

Voile	Xc,Yc (m)	Xg,Yg (m)	Iy',Ix' (m4)	Jomega,Jd (m6,m5)	Section (m2)	Alpha (deg)
1	0.00 8.50	0.00 8.50	0.0000E+00 1.8750E+00	0.0000E+00 9.7200E-03	0.900	0.0
2	0.00 2.00	0.00 2.00	0.0000E+00 9.6000E-01	0.0000E+00 7.7760E-03	0.720	0.0
3	5.00 9.00	5.00 9.00	0.0000E+00 9.6000E-01	0.0000E+00 7.7760E-03	0.720	0.0
4	4.94 1.00	5.53 2.48	2.3410E+00 1.2255E+01	5.2400E+00 4.0000E-02	3.000	-15.7
5	11.00 9.00	11.00 9.00	0.0000E+00 9.6000E-01	0.0000E+00 7.7760E-03	0.720	0.0
6	11.00 5.00	11.00 5.00	0.0000E+00 1.2000E-01	0.0000E+00 3.8880E-03	0.360	0.0
7	11.00 1.50	11.00 1.50	0.0000E+00 4.0500E-01	0.0000E+00 5.8320E-03	0.540	0.0
Niveau Complet	4.50 0.80		2.5963E+00 1.7280E+01	1.2728E+02 8.2768E-02		-10.3

 GROUPE D'ETAGES 2

Voile	Xc,Yc (m)	Xg,Yg (m)	Iy',Ix' (m4)	Jomega,Jd (m6,m5)	Section (m2)	Alpha (deg)
1	0.00 8.00	0.00 8.00	0.0000E+00 9.6000E-01	0.0000E+00 7.7760E-03	0.720	0.0
2Rpt	0.00 2.00	0.00 2.00	0.0000E+00 9.6000E-01	0.0000E+00 7.7760E-03	0.720	0.0
3	5.00 8.50	5.00 8.50	0.0000E+00 4.0500E-01	0.0000E+00 5.8320E-03	0.540	0.0
4	4.94 1.00	5.53 2.48	2.1069E+00 1.1029E+01	4.7160E+00 2.9160E-02	2.700	-15.7
5	11.00 8.50	11.00 8.50	0.0000E+00 4.0500E-01	0.0000E+00 5.8320E-03	0.540	0.0
7Rpt	11.00 1.50	11.00 1.50	0.0000E+00 4.0500E-01	0.0000E+00 5.8320E-03	0.540	0.0
Niveau Complet	4.55 0.75		2.2784E+00 1.3993E+01	7.9515E+01 6.2208E-02		-11.7



```

*****
*
* NIVEAU      2.700   GROUPE D'ETAGES  1
*
*          PLANCHER HAUT REZ DE CHAUSSEE
*****
*
*   Flèche/Ox (point 0)      0.280 mm
*   Flèche/Oy (point 0)      0.033 mm
*   Angle de torsion         -5.98074E-04 degrés
*                           -1.04383E-05 radians
*
*****

```

```

*****
*
* LINTERAUX * NIVEAU      2.700 *          PLANCHER HAUT REZ DE CHAUSSEE
*
*****
*   File * Origine  Extrémité * Raideur * Portée * Tranchant* Moment *
*   *   *   *   *   *   *   *   *   *   *
*   1 * 3( 2)   4( 5) * 10500.00* 1.500* -1.604* 1.203*
*   2 * 4( 6)   4( 9) * 32000.00* 1.000* -2.294* 1.147*
*   3 * 5( 2)   6( 1) * 19000.00* 1.000* -3.365* 1.682*
*   4 * 6( 2)   7( 1) * 19000.00* 1.000* -2.996* 1.498*
*   *   *   voile(point) * (T/m) * (m) * (T) * (T.m) *
*****

```

```

*****
*
* VOILE 1 * NIVEAU      2.700 *          PLANCHER HAUT REZ DE CHAUSSEE
*
*****
*   *   My * Mx * Bimoment * Nc * Np * Ns
*   *   *   *   *   *   *   *
*   INF. * 0.00* -51.69* 0.00* 0.00* 129.12* 12.56*
*   SUP. * 0.00* -51.69* 0.00* 0.00* 120.57* 11.43*
*   *   *   (T.m) * (T.m) * (T.m2) * (T) * (T) * (T) *
*****
*   Points * Dépl. * Sigma * Sigma * Sigma * Sigma * Sigma
*   *   *   vert. * C * P * S * C+P * C+P+S
*   *   *   *   *   *   *   *
*   1 * -0.06 * 7.03 * 14.62 * 1.42 * 21.65 * 23.07 *
*   2 * 0.06 * -7.03 * 14.62 * 1.42 * 7.60 * 9.02 *
*   *   *   (mm) * (bars) * (bars) * (bars) * (bars) * (bars) *
*****

```

```

*****
*
* VOILE 2 * NIVEAU      2.700 *          PLANCHER HAUT REZ DE CHAUSSEE
*
*****
*   *   My * Mx * Bimoment * Nc * Np * Ns
*   *   *   *   *   *   *   *
*   INF. * 0.00* -26.47* 0.00* 0.00* 114.64* 11.40*
*   SUP. * 0.00* -26.47* 0.00* 0.00* 107.49* 10.45*
*   *   *   (T.m) * (T.m) * (T.m2) * (T) * (T) * (T) *
*****
*   Points * Dépl. * Sigma * Sigma * Sigma * Sigma * Sigma
*   *   *   vert. * C * P * S * C+P * C+P+S
*   *   *   *   *   *   *   *
*   1 * -0.05 * 5.62 * 16.23 * 1.61 * 21.85 * 23.47 *
*   2 * 0.05 * -5.62 * 16.23 * 1.61 * 10.61 * 12.22 *
*   *   *   (mm) * (bars) * (bars) * (bars) * (bars) * (bars) *
*****

```

```

*****
*                               *
* VOILE 3 * NIVEAU      2.700 *          PLANCHER HAUT REZ DE CHAUSSEE *
*                               *
*****
*      My *      Mx *      Bimoment *      Nc *      Np *      Ns *
*      *      *      *      *      *      *      *
* INF. *      0.00*      11.78*      0.00*      -37.16*      172.68*      21.57*
* SUP. *      0.00*      16.20*      0.00*      -35.56*      158.08*      19.57*
*      *      (T.m) *      (T.m) *      (T.m2) *      (T) *      (T) *      (T) *
*****
* Points *      Dépl. *      Sigma *      Sigma *      Sigma *      Sigma *      Sigma *
*      *      vert. *      C *      P *      S *      C+P *      C+P+S *
*      *      *      *      *      *      *      *      *
* 1 *      0.06 *      -8.01 *      24.45 *      3.05 *      16.44 *      19.50 *
* 2 *      0.01 *      -2.06 *      24.45 *      3.05 *      22.38 *      25.44 *
*      *      (mm) *      (bars) *      (bars) *      (bars) *      (bars) *      (bars) *
*****

```

```

*****
*                               *
* VOILE 4 * NIVEAU      2.700 *          PLANCHER HAUT REZ DE CHAUSSEE *
*                               *
*****
*      My *      Mx *      Bimoment *      Nc *      Np *      Ns *
*      *      *      *      *      *      *      *
* INF. *      790.10*      -536.35*      32.15*      37.16*      352.15*      28.80*
* SUP. *      790.95*      -530.31*      56.18*      35.56*      334.35*      26.40*
*      *      (T.m) *      (T.m) *      (T.m2) *      (T) *      (T) *      (T) *
*****
* Points *      Dépl. *      Sigma *      Sigma *      Sigma *      Sigma *      Sigma *
*      *      vert. *      C *      P *      S *      C+P *      C+P+S *
*      *      *      *      *      *      *      *      *
* 1 *      0.48 *      -63.32 *      11.97 *      0.98 *      -51.36 *      -50.38 *
* 2 *      0.07 *      -10.15 *      11.97 *      0.98 *      1.81 *      2.79 *
* 3 *      -.33 *      43.01 *      11.97 *      0.98 *      54.98 *      55.96 *
* 4 *      0.11 *      -14.61 *      11.97 *      0.98 *      -2.64 *      -1.67 *
* 5 *      0.14 *      -18.32 *      11.97 *      0.98 *      -6.36 *      -5.38 *
* 6 *      0.02 *      -2.67 *      11.97 *      0.98 *      9.30 *      10.27 *
* 7 *      -.33 *      43.71 *      11.97 *      0.98 *      55.68 *      56.66 *
* 8 *      -.27 *      35.70 *      11.97 *      0.98 *      47.67 *      48.65 *
* 9 *      -.15 *      20.05 *      11.97 *      0.98 *      32.01 *      32.99 *
*      *      (mm) *      (bars) *      (bars) *      (bars) *      (bars) *      (bars) *
*****

```

```

*****
*                               *
* VOILE 5 * NIVEAU      2.700 *          PLANCHER HAUT REZ DE CHAUSSEE *
*                               *
*****
*      My *      Mx *      Bimoment *      Nc *      Np *      Ns *
*      *      *      *      *      *      *      *
* INF. *      0.00*      58.33*      0.00*      -38.65*      118.38*      12.54*
* SUP. *      0.00*      66.74*      0.00*      -35.28*      110.63*      11.54*
*      *      (T.m) *      (T.m) *      (T.m2) *      (T) *      (T) *      (T) *
*****
* Points *      Dépl. *      Sigma *      Sigma *      Sigma *      Sigma *      Sigma *
*      *      vert. *      C *      P *      S *      C+P *      C+P+S *
*      *      *      *      *      *      *      *      *
* 1 *      0.15 *      -18.28 *      16.76 *      1.78 *      -1.52 *      0.26 *
* 2 *      -.07 *      8.29 *      16.76 *      1.78 *      25.05 *      26.82 *
*      *      (mm) *      (bars) *      (bars) *      (bars) *      (bars) *      (bars) *
*****

```


Edité par la S.A.R.L. Le Bâtiment
6, rue Paul-Valéry, 75116 Paris
NOUVELLES PRESSES DU CENTRE
87 - LIMOGES
Dépôt légal : 3^e trimestre 1981
Commission Paritaire n° 59.460
(Ann. I.T.B.T.P.)
Le Directeur : J.-C. MALDAGUE