

GUIDE PRATIQUE

**DETERMINATION DES SOLUTIONS ADAPTEES A LA
REPARATION DES DESORDRES DES BATIMENTS PROVOQUES
PAR LA SECHERESSE**

FASCICULE 3

ANNEXES TECHNIQUES

GUIDE ELABORE PAR LE
C.E.B.T.P.

SOUS L'EGIDE DE :
L'AFAC
L'APSAD
LA CCR
L'AQC
LA FNB

Septembre 1991

FASCICULE 3

SOMMAIRE

- ANNEXE I - Cause des désordres dus à la dessiccation différentielle des sols en période de sécheresse
- ANNEXE II - Données météorologiques
 - Annexe II.1 - Analyse des caractéristiques météorologiques de la sécheresse - Exemple du CDM de Tours
 - Annexe II.2 - Liste des stations de la météorologie nationale
- ANNEXE III - Résultats de l'enquête nationale sur les désordres des constructions provoqués par la sécheresse
- ANNEXE IV - Trois exemples complets d'utilisation du Guide pratique
- ANNEXE V - Note sur les géomembranes et sur leur rôle antiracines

ANNEXE I

CAUSE DES DESORDRES DUS A LA DESSICCATION DIFFERENTIELLE
DES SOLS EN PERIODE DE SECHERESSE

ANNEXE I

CAUSE DES DESORDRES DUS A LA DESSICCATION DIFFERENTIELLE
DES SOLS EN PERIODE DE SECHERESSE

1. PHENOMENES NATURELS DUS A LA SECHERESSE

En présence de sols argileux à forte rétention d'eau, les changements de profil d'équilibre hydrique de ces sols provoqués, sous des fondations superficielles ou semi superficielles, par l'action de périodes prolongées à forts gradients d'évaporation peuvent entraîner une série de désordres qui n'apparaîtraient pas en période normale.

En général, en périodes pluriannuelles normales caractérisées par des précipitations ayant une amplitude d'une répartition voisine de la moyenne, les variations de profil hydrique du sol ne sont que saisonnières et n'affectent qu'une profondeur limitée inférieure à 1 mètre comme l'indique la figure :

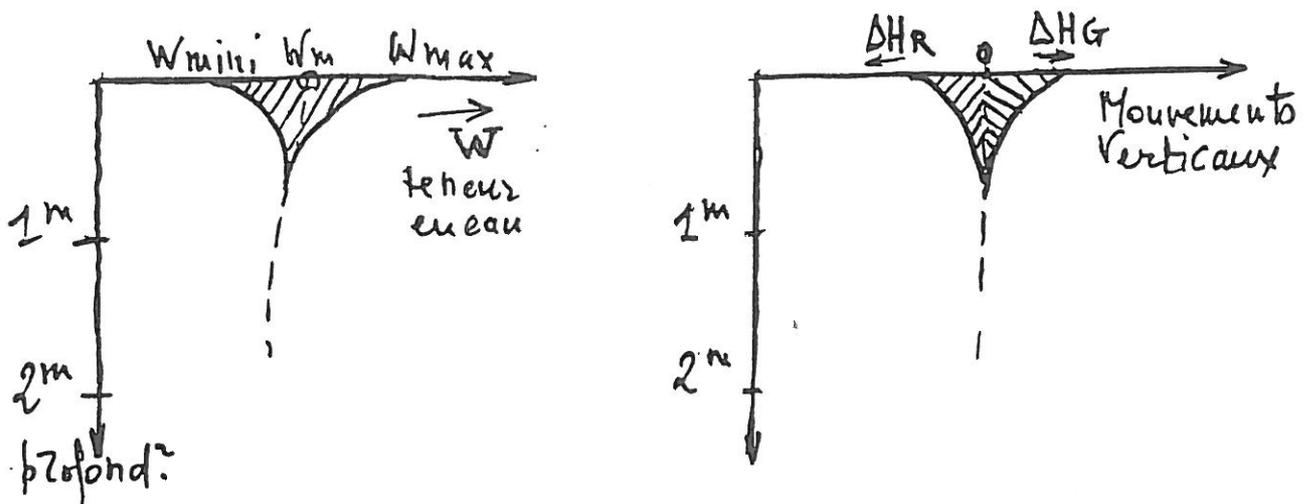


Fig. 1
profils hydriques des sols argileux et
mouvements verticaux associés en période normale

Il en résulte que sur cette hauteur, les mouvements de la surface du sol sont, par rapport à un niveau moyen, soit un tassement de retrait ΔH_R soit un gonflement ΔH_G .

En admettant la présence d'un sol très argileux, donc très rétentif, dans un état de saturation complète, la variation de l'indice des vides au cours de ces fluctuations est donnée par :

$$\delta\epsilon = D \cdot \delta W \quad (1)$$

δW = variation de teneur en eau

D = densité du minéral

$\delta\epsilon$ = variation de l'indice des vides.

Comme on sait par ailleurs que, dans ces conditions, la variation volumique est donnée par :

$$\frac{\delta V}{V} = \frac{\delta\epsilon}{1 + \epsilon_m} \quad (\epsilon_m = \text{indice des vides moyen} = D \cdot W_{\text{moy}})$$

et que pour les mouvements verticaux on peut admettre

$$\frac{\delta H}{H} = \frac{1}{3} \frac{\delta V}{V} \quad (2)$$

On peut donc déjà estimer à partir de la variation de teneur en eau les mouvements verticaux prévisibles.

Par exemple, supposons que sur les premiers soixante dix centimètres, on ait :

$$\begin{aligned} W_{\text{moy}} &= 15 \% \\ W_{\text{mini moy}} &= 13 \% \\ W_{\text{maxi moy}} &= 17 \% \end{aligned} \quad D = 2.70$$

$$\text{On a } \delta\epsilon = 2.70 \times 0,040 = 0.108$$

$$\epsilon_m = 2.70 \times 0,150 = 0.405$$

$$\frac{\delta V}{V} = \frac{0.108}{1.405} = 0,077 \text{ ou } 7,7 \%$$

$$\frac{\delta H}{H} = 0,026 \text{ ou } 2,6 \% \text{ ou } 2,6 \text{ cm par mètre de variation totale}$$

$$\begin{aligned} \text{Soit sur les 70 cm, } \delta HT &= 1,82 \text{ cm} \\ (\Delta H_R = 0,91 \text{ cm et } \Delta H_G &= 0,91 \text{ cm}) \end{aligned}$$

On peut donc penser que si le niveau de fondation est enterré à environ 0,70 m de profondeur en présence d'une pression de contact qui peut empêcher le retour du niveau du sol par gonflement et en présence de chaînages courants, il n'y aura pas de manifestation de désordres.

A la suite de périodes de sécheresse répétées avec forts gradients d'évaporation, on pourra assister à une modification beaucoup plus importante du profil hydrique avec :

- une baisse de la teneur en eau moyenne
- une baisse sensible des teneurs en eau minimale et maximale
- une plus grande profondeur des niveaux affectés par les fluctuations de teneur en eau.

Ces conditions sont traduites par le profil de la figure 2 où, en présence du même sol, la tranche affectée atteint 2 mètres.

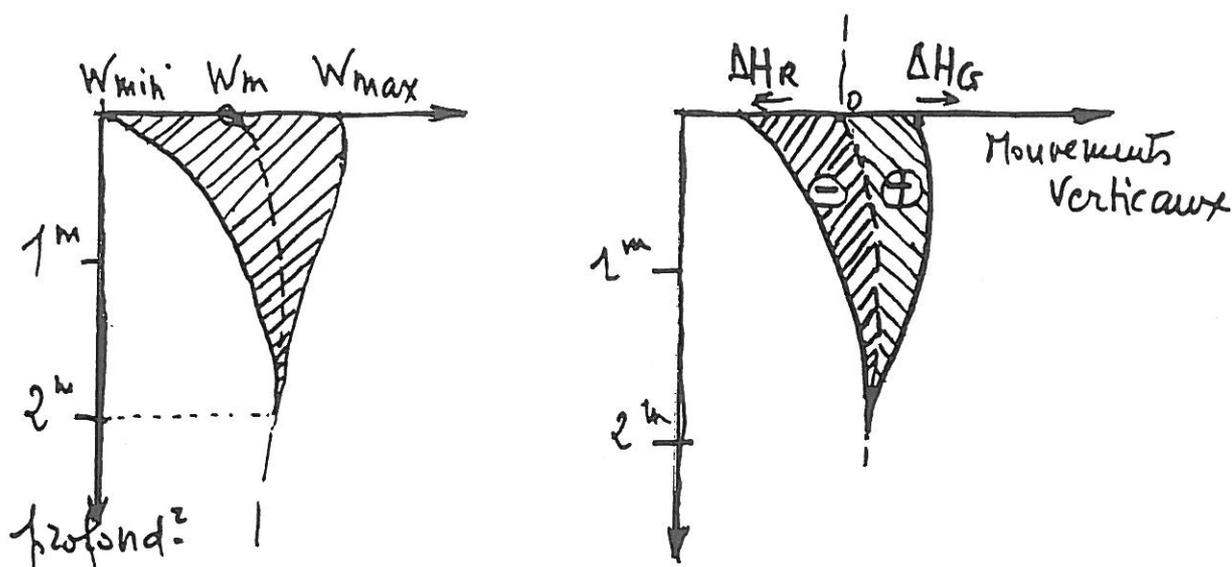


Fig. 2
profils hydriques de sols argileux et mouvements verticaux associés en période de sécheresse

En reprenant l'exemple précédent en admettant que sur la hauteur de 2 mètres, on ait en moyenne :

$$\begin{aligned} W_{\text{moy}} &= 14 \% \\ W_{\text{mini moy}} &= 11 \% \\ W_{\text{maxi moy}} &= 16 \% \end{aligned} \quad D = 2.70$$

$$\text{On a } \delta\epsilon = 2.70 \times 0.050 = 0.135$$

$$\epsilon m = 2.70 \times 0.140 = 0.378$$

$$\frac{\delta V}{V} = \frac{0.135}{1.378} = 0.098 = 9.8 \%$$

$$\frac{\delta H}{H} = 0.033 \quad \text{soit } 3.3 \text{ cm par mètre}$$

$$\text{Soit sur la hauteur de 2 mètres } \delta HT = 6.6 \text{ cm} \\ (\Delta H_R = 4 \text{ cm et } \Delta H_G = 2.6 \text{ cm})$$

Il convient alors de faire une remarque importante :

Ces mouvements ne peuvent avoir lieu qu'en présence de sols argileux caractérisés au travers des résultats d'essais d'identification par un domaine de rétention assez large, et l'amplitude de ces mouvements est donc fonction de l'activité argileuse du sol ; par ailleurs il convient de noter que si les déformations de retrait peuvent avoir lieu même en présence d'une charge, les mouvements de gonflement se produisent par libération d'un potentiel de gonflement qui est en quelque sorte la restitution de l'énergie d'expansion emmagasinée au cours de la dessiccation. Ce potentiel est alors caractérisé par une pression de gonflement plus ou moins importante suivant la nature du sol, qui est donc capable de soulever dans une certaine mesure les charges sus jacentes, ce qui conduit à constater que les risques dus à la sécheresse sont indissociables de risques de réversibilité par gonflement.

2. CONSEQUENCES DES PHENOMENES DUS A LA SECHERESSE POUR LES STRUCTURES

Si les mouvements potentiels estimés précédemment étaient uniformes sous le bâtiment, il n'y aurait pas de désordre dans la structure qui serait soumise simplement à un tassement et un soulèvement uniformes, mais en réalité les mouvements du sol n'ont pas une répartition uniforme du fait que le bâtiment lui-même constitue un écran contre l'évaporation, et il en résulte des efforts importants de flexion parasites dus aux mouvements différentiels qui interviennent entre le sol périphérique extérieur directement soumis aux gradients d'évaporation, et le sol situé sous la partie centrale du bâtiment protégée de cette évaporation.

On conçoit aisément qu'à la suite d'une sécheresse prolongée, le retrait du sol argileux périphérique conduise à une annulation de la réaction sous les semelles aux extrémités le long de AB et de CD et à un certain accroissement le long de BC dans la portion centrale ; on conçoit aisément l'apparition des moments parasites de flexion par le désaxage des réactions par rapport aux charges.

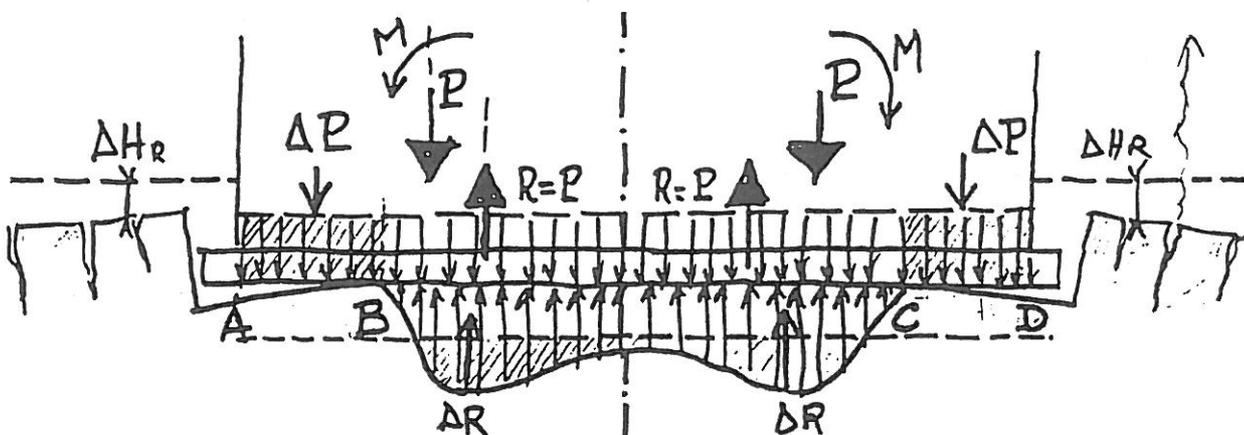


Fig. 3
distribution des réactions parasites du sol
sous la fondation peu enterrée en période de sécheresse

Ce sont les sollicitations suggérées par le schéma ci-dessus qui seront à l'origine de la plupart des désordres de structures dont la forme des fissurations dépendra cependant du type de structure et notamment de sa fragilité (voir Fig. 4).

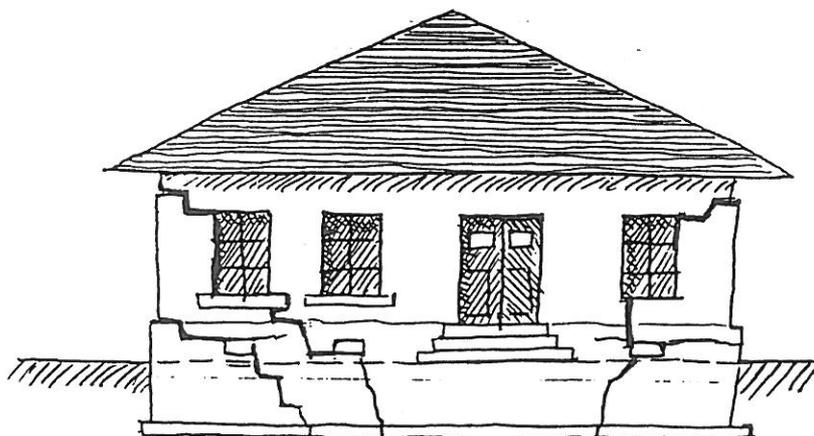


Fig.4
*Forme typique de fissurations de structure fragile
fondée superficiellement sur sol argileux en période
de sécheresse*

Cette forme des fissurations pouvant par ailleurs être affectée, le cas échéant, par des sollicitations inverses résultant de gonflement de réversibilité au cours d'une période très pluvieuse.

3. IMPORTANCE DE LA NATURE DU SOL ET MOYENS DE CONTROLE

Nous avons dit que les mouvements de retrait par dessiccation partielle due à la sécheresse et la part réversible de gonflement par réimpibition ne sont à craindre qu'en présence de sols suffisamment argileux, et pour des niveaux de fondation peu profonds. Cette première remarque s'impose au départ dans l'établissement d'un diagnostic.

En première analyse, on peut dire que les sols sableux, sablo graveleux peu argileux, sont soustraits à ce genre de risques.

Il importe donc de définir des critères d'identification qui permettent de donner un moyen de classification de l'instabilité volumique des sols par retrait ou gonflement.

L'indice de plasticité (IP) d'Atterberg est déjà un premier critère $IP = WL - WP$, mais l'indice de retrait $IS = WL - WS$ est un critère sans doute plus logique en exprimant le domaine de rétention le plus large que puisse avoir le sol.

Par ailleurs, la teneur en eau relative in situ ou l'indice de rétention naturel (IR) exprimé par :

$$IR = \frac{W_n - WS}{WL - WS} \quad (3)$$

ou encore l'indice de consistance exprimé par :

$$I_c = \frac{WL - W_n}{IP} \quad (4)$$

avec :

W_n : teneur en eau naturelle
 WL : limite de liquidité
 WP : limite de plasticité
 WS : limite de retrait

permettent de donner une expression de la susceptibilité au retrait ou au gonflement indépendamment de la nature du sol.

A priori, pour une certaine énergie de dessiccation, les variations de teneur eau seront grosso-modo proportionnelles aux indices de plasticité (IP) ou aux indices de retrait (IS), et en première approximation, on pourrait classer l'instabilité des sols comme suit :

CLASSES	IS = WL-WS	IP = WL-WP
Très instables	55 %	40 %
Instables	30 %	30 %
Modérément instables	15 %	15 %
Peu instables	10 %	10 %

Il est toutefois certain que ceci n'est qu'un premier classement arbitraire et il convient de rappeler que la densité initiale du sol et notamment l'histoire antérieure de ses états de consolidation jouent un rôle important dans l'amplitude des mouvements prévisibles.

En effet, les lois régissant la consolidation du sol montrent que, pour une même énergie de dessiccation, les déformations à attendre par retrait seront d'autant plus faibles que le sol sera initialement plus fortement consolidé ; par contre cela sera l'inverse pour le gonflement, car amplitude et pression de gonflement seront d'autant plus élevées que le sol sera plus fortement consolidé.

Pour simplifier les données à recueillir pour la caractérisation du sol dans l'utilisation du guide pratique, les critères choisis se sont appuyés seulement sur la connaissance de la granulométrie, des limites d'Atterberg et des teneurs en eau naturelles.

En fait, pour une étude particulière, le plus sûr consistera à soumettre une série d'échantillons de sol prélevés intacts à des essais directs de retrait progressif tels que ceux préconisés par PHILIPPONNAT qui donnent les courbes complètes de l'évolution de la teneur en eau du sol et de l'évolution du degré de saturation au cours de la dessiccation. Ces essais sont incontestablement les plus fiables mais ils nécessitent la disponibilité d'échantillons intacts et le matériel de mesure de la limite de retrait. On trouvera ci-dessous un résumé des caractéristiques de retrait-gonflement proposés par PHILIPPONNAT.

* L'essai de gonflement consiste à placer plusieurs éprouvettes dans un bâti oedométrique, à leur appliquer des charges différentes et à mesurer le gonflement (ou le tassement) qui se produit à la mise en eau.

Le rapport de gonflement (R_g) est défini par :

$$R_g = \frac{-\delta H/H}{\log(\sigma/\sigma_g)} \quad (5)$$

avec :

$$\frac{\delta H}{H} = \text{gonflement relatif se produisant sous la pression } \sigma.$$

σ_g = pression de gonflement

* L'essai de retrait consiste à découper de petites éprouvettes cylindriques et à les laisser sécher en mesurant l'évolution de leur teneur en eau et de leur volume.

Le retrait linéaire (R_1) est défini par :

$$R_1 = \frac{-\delta H/H}{\delta W} \quad (6)$$

La limite de retrait est la teneur en eau, en deçà de laquelle le sol ne réduit plus de volume.

4. DESORDRES DES AMENAGEMENTS ANNEXES DU SECOND OEUVRE ET VRD

Nous avons vu quelles étaient les sollicitations principales qui sont la cause des désordres de structures.

Il est bien évident que tels qu'ont été présentés les phénomènes dus à la sécheresse, les aménagements annexes plus ou moins liés à la structure seront particulièrement exposés à subir des désordres ; il s'agit par exemple des escaliers d'accès extérieur, des trottoirs périphériques, des appendices accolés au bâtiment principal (garages-ateliers).... ;

Il s'agit également de la voirie dont les bandes latérales, les rigoles et bouches d'évacuation seront particulièrement exposées aux battements saisonniers de retrait-gonflement, il s'agit encore des raccordements des conduites des réseaux de distribution ou des réseaux d'eaux usées entre l'ossature et les collecteurs extérieurs lorsqu'aucun système de raccord souple n'aura été prévu (Voir Figs. 5 et 6)

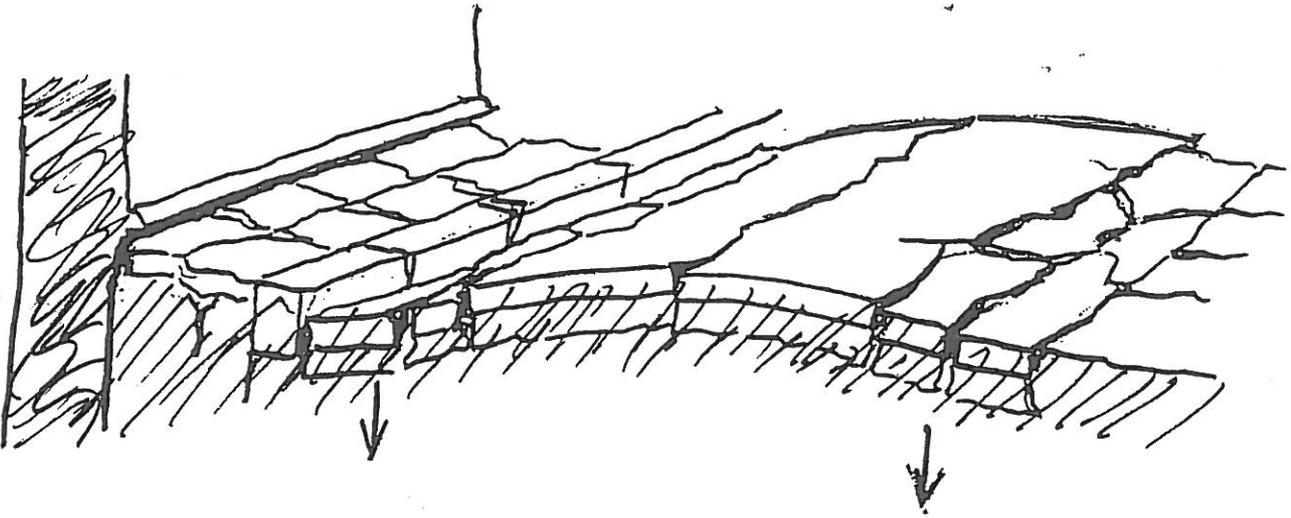


Fig. 5
*Désordres de chaussée rigide
affaissements latéraux*

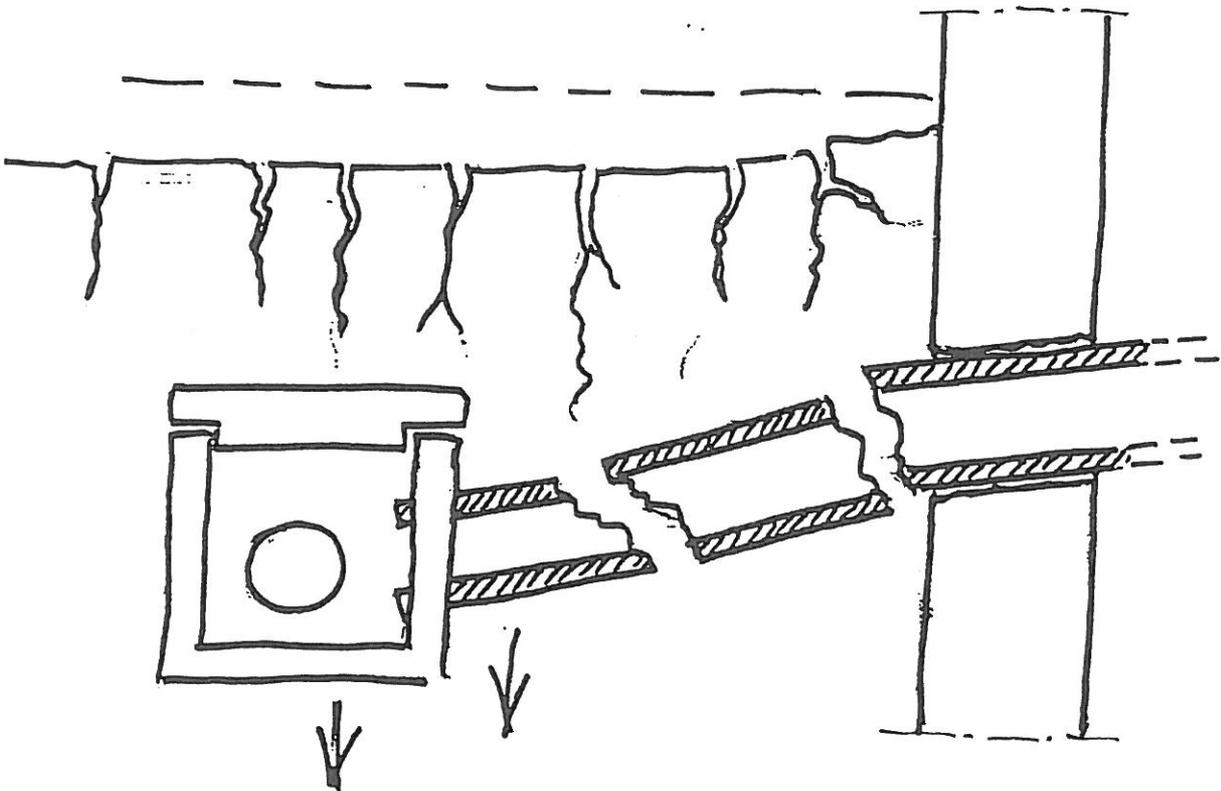


Fig. 6
*Rupture de raccordement entre ossature
et collecteur d'eaux usées*

Enfin, il convient de signaler aussi les dallages sur terre plein et les cloisons fondées sur terre plein lorsque celui-ci est constitué de sols argileux instables dans les parties subissant les effets de la sécheresse extérieure.

Il convient de remarquer à ce sujet que les dallages sur terre plein situés à l'intérieur (de même que les cloisons) peuvent subir des désordres de dessiccations différentielles du sol du fait du chauffage intérieur ou de l'influence d'une chaudière, phénomènes qui ne sont alors pas attribuables aux effets d'une sécheresse climatique ; par ailleurs, il faut rappeler que les désordres d'affaissements de dallages ou de cloisons peuvent souvent être attribuables à une insuffisance du compactage de terrains d'apport argileux..

Une dernière remarque est à faire au sujet de la proximité de végétations à forte succion d'eau ; en effet ce phénomène de succion végétale, bien qu'il puisse être à l'origine de désordres par tassements du sol rayonnant autour d'un arbre, n'a a priori rien à voir avec les actions de la sécheresse ; cependant il est permis de penser qu'en période de sécheresse, les besoins accrus d'eau pour la végétation se traduiront par un hydrotropisme des racines qui s'orienteront vers des zones de sol plus humides sous le bâtiment en développant une plus forte succion, d'où une accentuation des tassements dépendant de cette végétation.

L'ensemble de ces désordres possibles est illustré par les schémas joints (Figs. 7, 8, 9, 10, et 11).

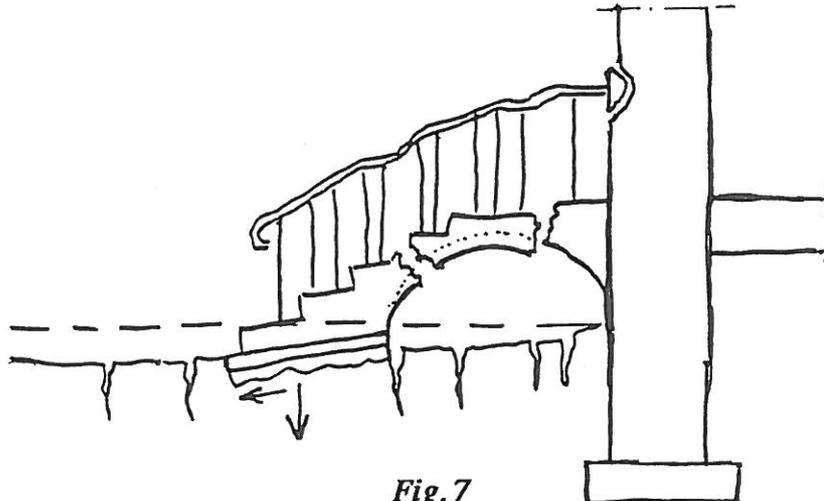


Fig. 7
Escalier d'accès extérieur

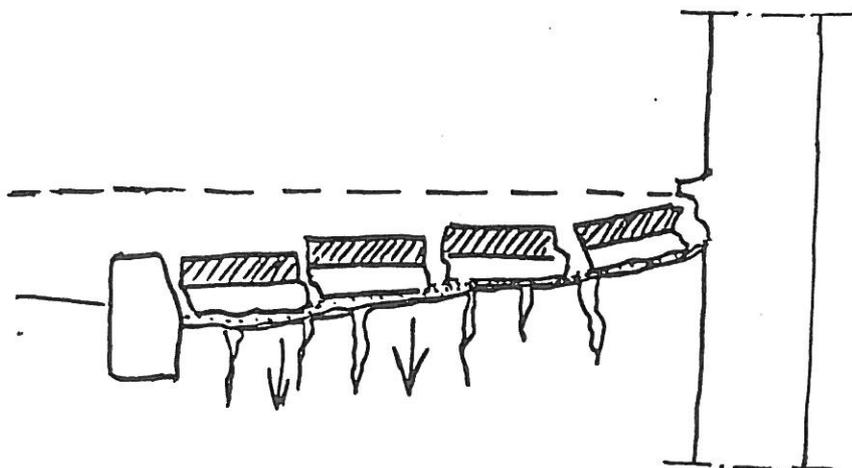


Fig. 8
Trottoir périphérique

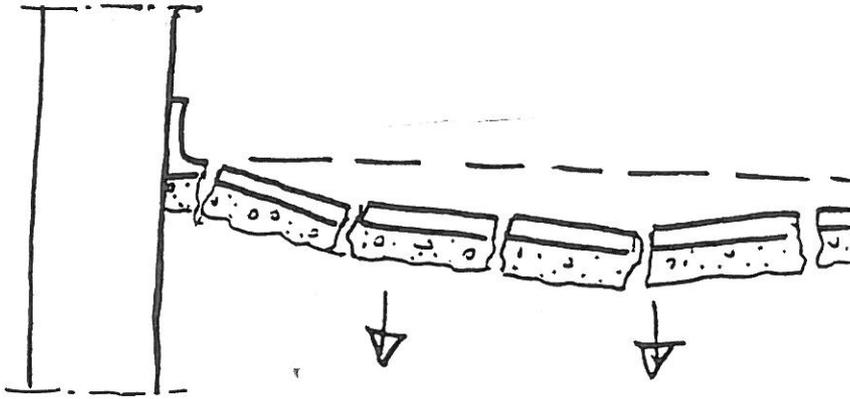


Fig. 9
Dallages sur terre plein



Fig. 10
*Appendice fondé superficiellement et
accolé au bâtiment principal*



Fig. 11
Influence de la proximité d'arbres

5. CAS DES TERRAINS EN PENTE

Dans le cas des terrains en pente, la présence de sols argileux volumiquement instables conduit pour la structure aux mêmes phénomènes que ceux des terrains plats, cependant il s'y ajoutent deux particularités propres à la pente :

- Les alternances saisonnières de retrait et de gonflement aggravées par une plus grande amplitude des fissurations dues à une période de sécheresse, donnent en général lieu, non seulement à des mouvements alternés verticaux, mais aussi à une reptation ou solifluxion du sol dans la direction de la plus grande pente, d'où possibilité d'une composante horizontale très défavorable (voir fig. 12). Cette reptation des sols de couverture et l'extension qui en résulte peuvent être d'ailleurs à l'origine de glissements superficiels.
- Le bâtiment est en ce cas, en général implanté sur une plate-forme dont une partie côté amont est en déblais et se trouve beaucoup plus protégée des effets de la sécheresse. Ce qui conduit en quelque sorte à une dissymétrie des désordres qui affecteront principalement le côté pente.

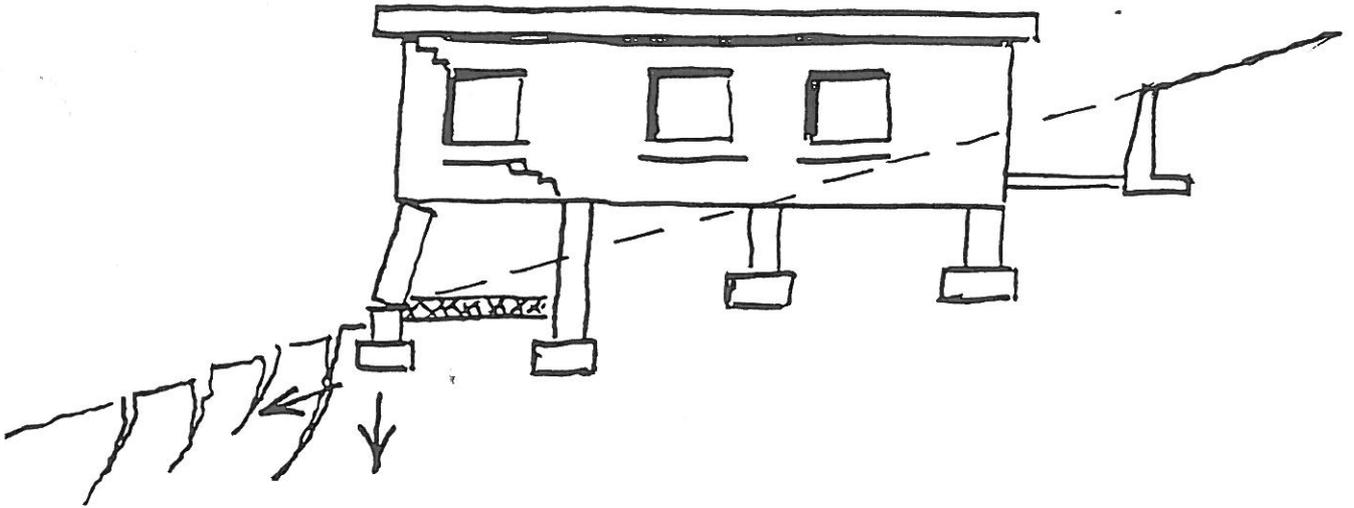


Fig. 12
Sols argileux en pente

ANNEXE II

DONNEES METEOROLOGIQUES

**ANNEXE II.1 ANALYSE DES CARACTERISTIQUES METEOROLOGIQUES DE LA
SECHERESSE - EXEMPLE DU CDM DE TOURS**

ANNEXE II.2. LISTE DES STATIONS DE LA METEOROLOGIE NATIONALE

ANNEXE II.1

ANALYSE DES CARACTERISTIQUES METEOROLOGIQUES
DE LA SECHERESSE

EXEMPLE DU CDM DE TOURS

1. GENERALITES

La sécheresse est définie par le maintien, sur une région et sur une période données, de ressources en eau jugées insuffisantes. Elle est liée à "la circulation générale de l'atmosphère et aux téléconnexions entre les diverses parties de l'atmosphère et l'Océan" (0) Les conséquences de la sécheresse seront très différentes selon le domaine économique touché :

- pour l'agriculteur, les conséquences se reporteront sur l'épuisement des réserves hydriques superficielles fonction de la capacité de rétention du sol ;
- pour l'hydrogéologue, elles joueront sur l'infiltration de l'eau conditionnant l'alimentation des nappes souterraines ;
- pour le géotechnicien et le professionnel de la construction et dans le cas de tassements de sols argileux sous des fondations ancrées à des faibles voire très faibles profondeurs, de l'ordre de 0.50 à environ 2.00 m, les deux cas précédents sont à considérer. En effet, il peut s'agir, soit d'une fondation ancrée dans le sol dont l'eau de constitution s'épuisera progressivement en profondeur selon un front d'assèchement, soit d'une fondation baignant dans une nappe libre dont le niveau phréatique s'abaissera par suite d'arrêt d'alimentation.

Comme le souligne Nicolas BESLEAGA (0), "la sécheresse est le résultat d'une profonde anomalie du bilan hydrique s'écartant des moyennes de référence" (1). Ces effets se feront d'autant plus ressentir qu'il aura conjonction entre l'intensité et la durée pendant laquelle se produit le déficit pluviométrique.

Le critère de caractérisation de la sécheresse sera différent suivant la spécialité ou le domaine concernés ; cependant, pour appréhender le degré de sécheresse pendant une certaine période et afin de définir les critères, plusieurs approches sont possibles :

- analyse de la répartition temporelle de la pluviométrie,
- étude des réserves en eau (degré de saturation) du sol.

(0) *Phénomènes remarquables
La sécheresse en France : 1976-1990
Direction de la Météorologie Nationale*

(1) *Selon les auteurs les anomalies climatiques s'écartent des moyennes de plus de 2 fois l'écart-type des distributions normalisées*

2. ANALYSE DE LA VARIABILITE TEMPORELLE DES PLUIES

2.1. Généralités

D'une manière générale, l'analyse des pluies est effectuée par année civile à partir des données fournies par la Météorologie Nationale. On peut noter qu'il est souvent plus intéressant dans le cadre d'études hydrogéologiques d'étudier les structures pluviométriques par année hydrologique du 1er Octobre au 30 Septembre afin de dégager les cycles annuels de remontée des nappes.

Cependant, l'analyse de la pluie en terme du cumul "annuel" n'est pas toujours représentative ; il convient d'en étudier la répartition mensuelle ou saisonnière pour cerner la part des pluies de saison froide (automne-hiver) de celles de saison chaude (printemps-été).

Les pluies tombant en saisons chaudes correspondant également à la période de forte activité végétative, seront en grande partie, soit évaporées, soit consommées par les végétaux.

2.2. Application. Cas d'exemple : le Centre Départemental de la Météorologie de Tours

Au cours des années civiles 1989 et 1990, les totaux annuels des précipitations, mesurées par la station météorologique de Tours-Parcay-Meslay sont respectivement de 566 mm et de 523 mm, valeurs inférieures d'environ 20 à 25 % par rapport à la référence (moyenne trentennale sur la période 1951/1980) qui est de 680 mm (histogramme de la figure 1).

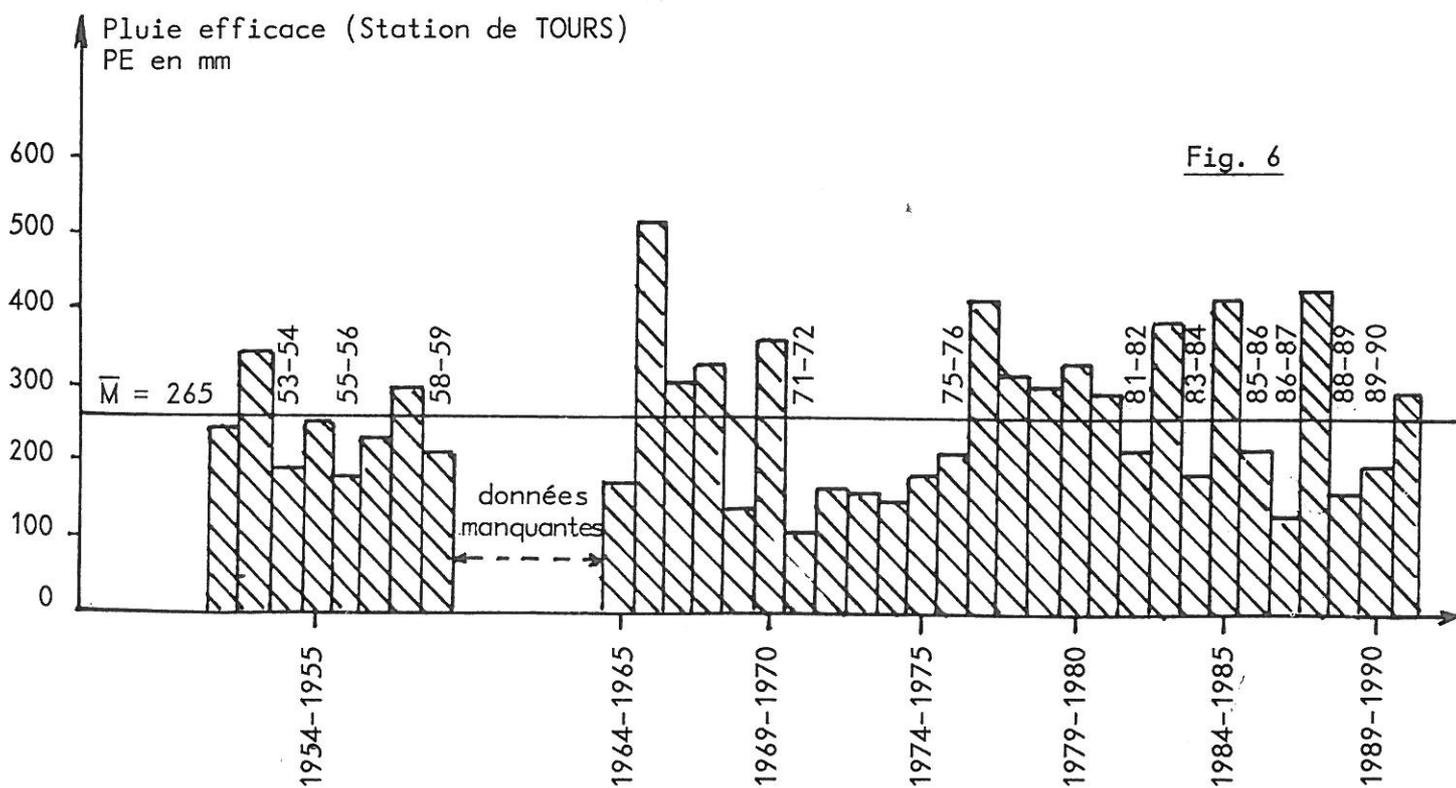
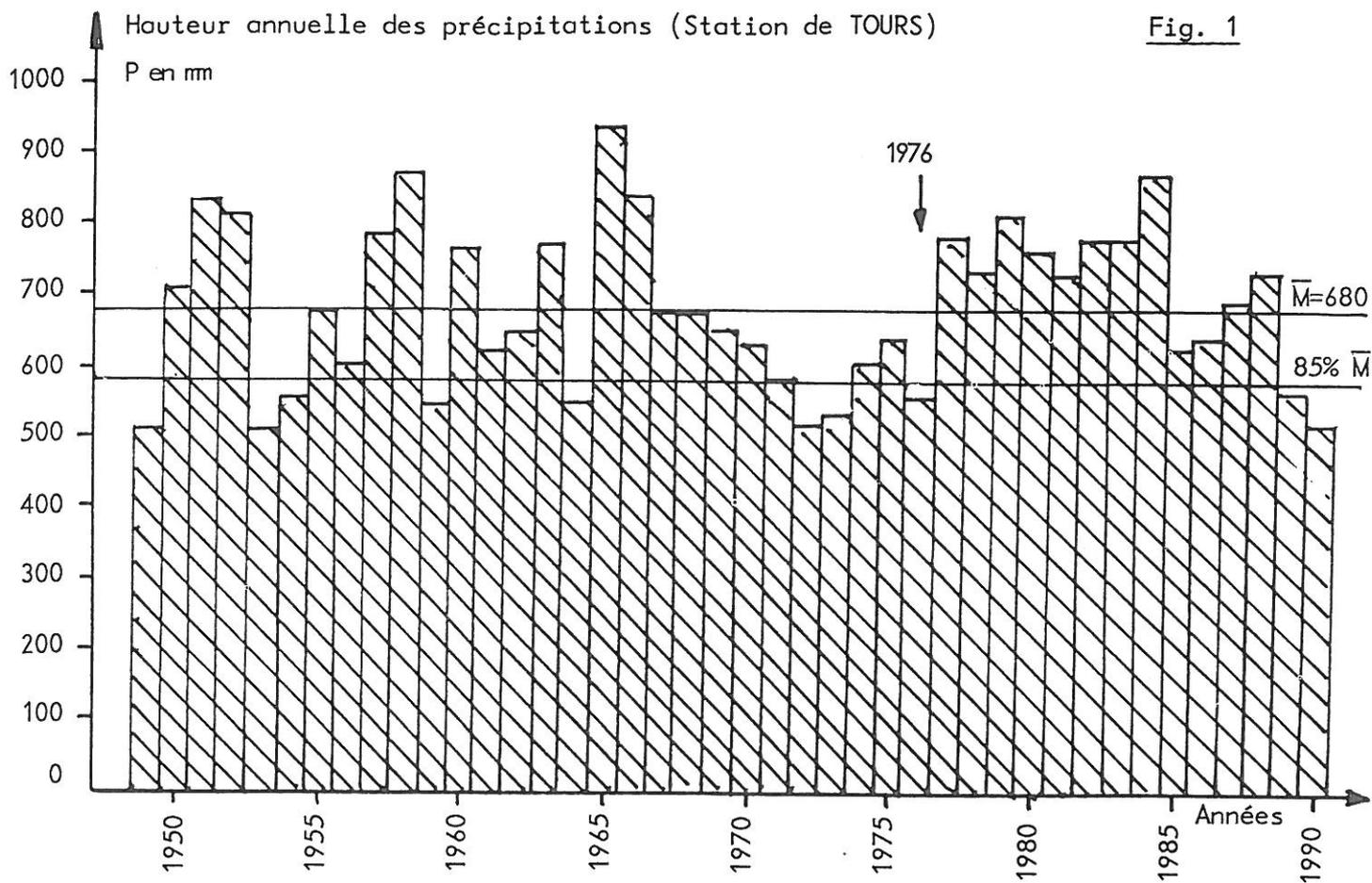
Ces valeurs ne sont pas exceptionnelles en elles-mêmes puisque des précipitations annuelles inférieures furent observées huit fois entre 1946 et 1988 (1949, 1953, 1954, 1959, 1964, 1972, 1973, 1976) et sept fois entre 1891 et 1939 (1891, 1893, 1898, 1920, 1921, 1932, et 1933).

Cet histogramme met en évidence des fluctuations non cycliques des précipitations avec des périodes de plusieurs années successives déficitaires ou excédentaires.

Cependant une analyse en terme de cumul considéré année par année n'est pas représentative : il convient d'étudier la répartition des précipitations pour une période donnée en considérant notamment les pluviométries mensuelles.

La sécheresse de l'année 1989 se caractérise par une durée exceptionnelle : elle a commencé en Août 1988 pour se terminer fin Novembre 1989 (fig. 2). Pendant cette période de seize mois, seul un mois fut excédentaire par rapport à la normale : Avril 1989 avec 99 mm.

Le mois de Juillet 1989 a bien été caractérisé par une hauteur de précipitations de 57 mm, excédentaire par rapport à la normale ; mais au cours de ce mois, les précipitations furent essentiellement orageuses et mal réparties dans l'espace, les valeurs mensuelles variant entre 25 et 100 millimètres du Nord-Ouest au Sud-Ouest du Département.



D'août 1988 à Novembre 1989, les précipitations cumulées atteignent seulement 634 mm pour une moyenne sur la même période de 910 mm soit environ un rapport de 70 % et un déficit de 30 %.

Le mois d'Avril 1989 très excédentaire, (double de la normale) n'a cependant pas été suffisant pour combler le déficit pluviométrique commencé en Août 1988.

La sécheresse 1990 fait directement suite à la longue période déficitaire de 1989. En considérant, seulement trois mois de transition, de Décembre 1989 à Février 1990, la période sèche commence en Mars 1990 pour se poursuivre sur sept mois jusqu'à fin Septembre. Pendant cette période, il est tombé seulement 171 mm soit 45 % de la normale qui était de 377 mm.

L'examen de l'histogramme de la figure 2 met en évidence le rapprochement de ces 2 périodes déficitaires successives et permet de concevoir l'effet cumulatif ou l'effet de "mémoire" qui a pu se manifester au cours d'une longue période globalement déficitaire ; au cours des 26 mois entre Août 1988 et Octobre 1990, les précipitations cumulées atteignent 71 % de la normale.

Les années 1989-1990 sont caractérisées par une forte valeur du déficit, ce qui avait déjà été rencontré précédemment, mais aussi par une durée exceptionnellement longue.

A titre de comparaison, la "sécheresse de 1976", considérée comme historique, surtout dans la moitié Nord de la France, constitue une illustration de ce qui précède.

Il est tombé au cours de l'année civile 1976, (et pour la station de Tours) 550 mm d'eau (figure 1) soit un déficit de 20 % par rapport à la normale moyenne globale trentennale. Ce total annuel des précipitations est sensiblement identique à celui des années 1989 et 1990 (566 mm et 523 mm).

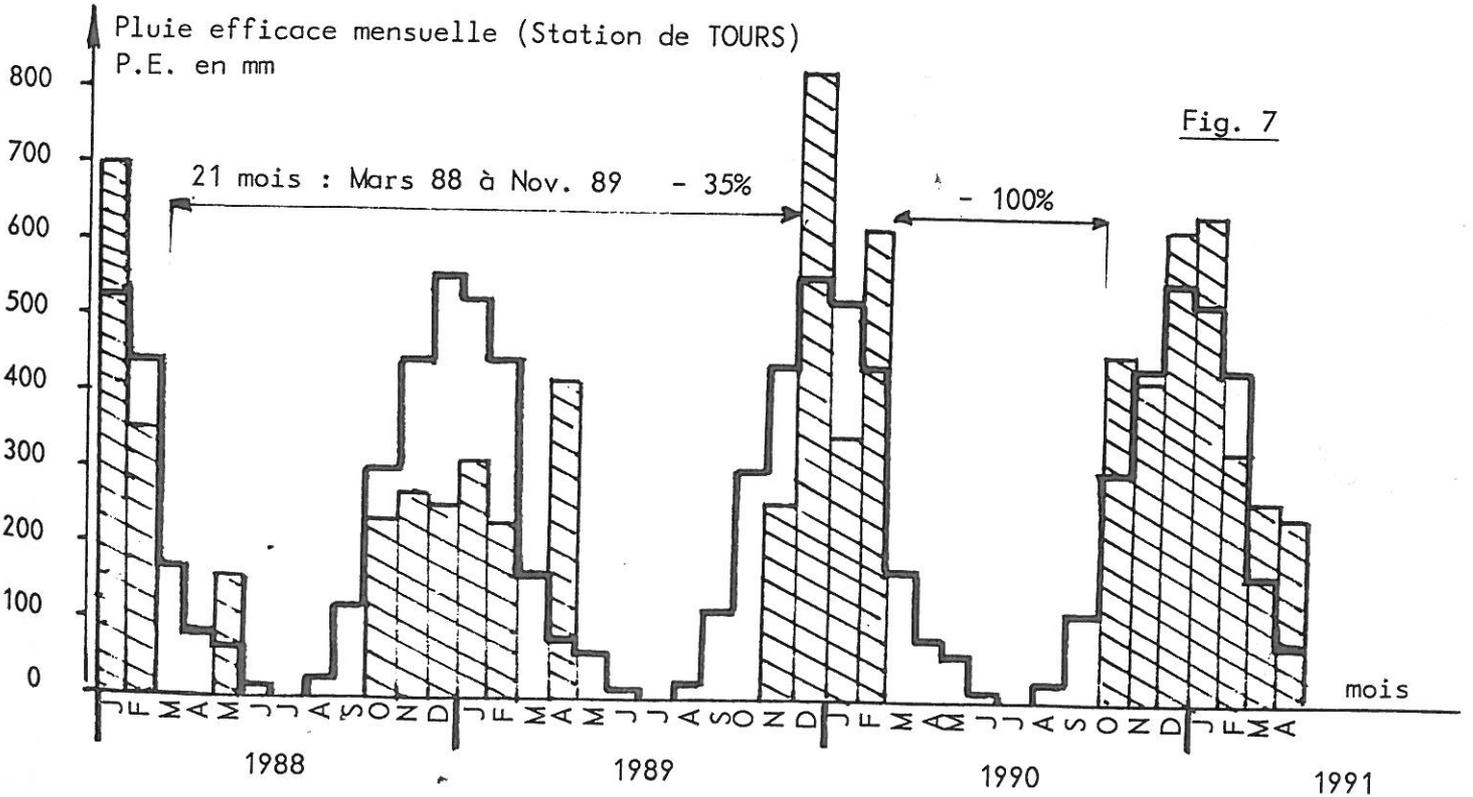
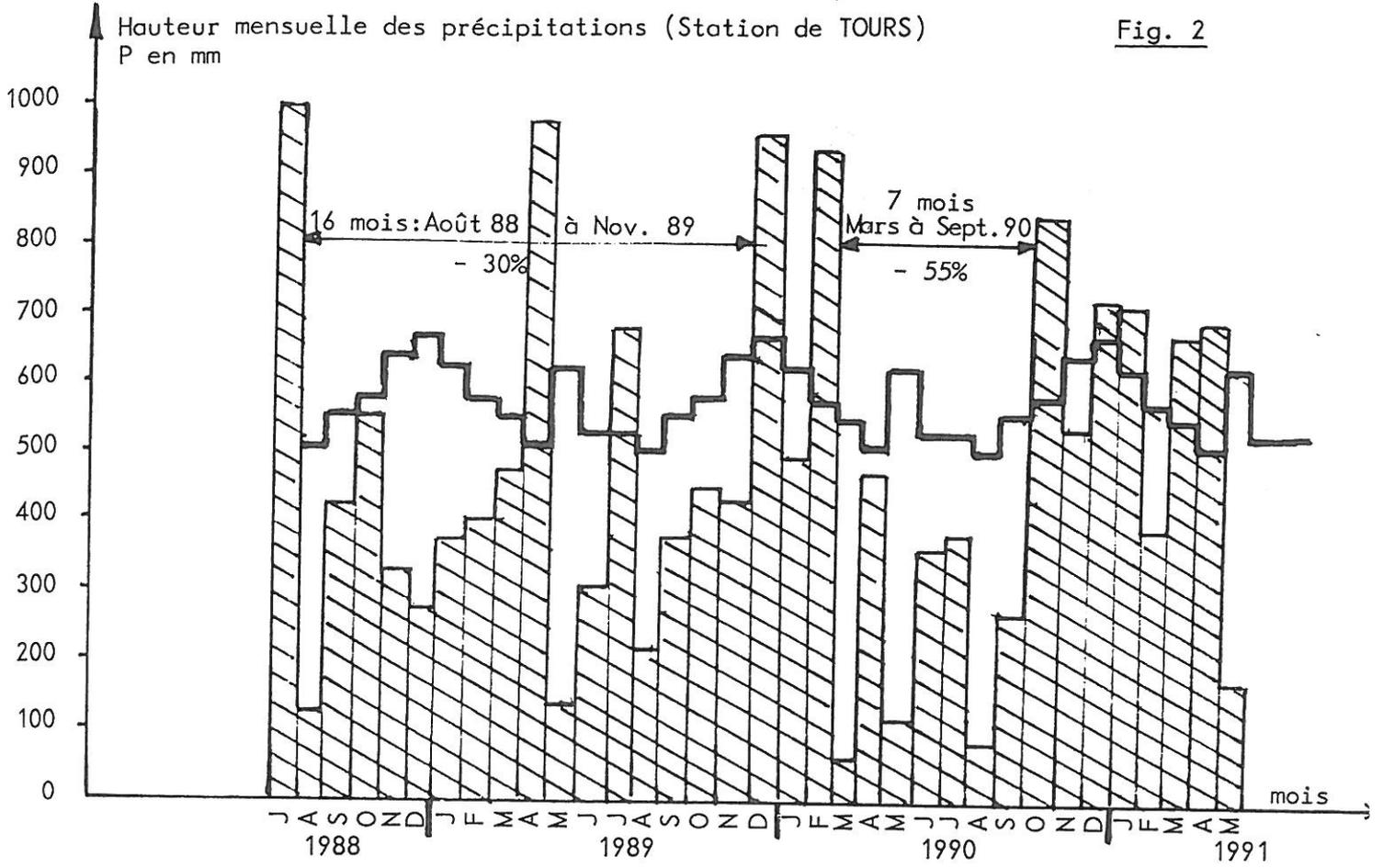
Par contre si on analyse la répartition mensuelle des pluies (figure 3) on voit d'une part que la période sèche a commencé en Décembre 1975 et qu'elle s'est poursuivie jusqu'en août 1976 (soit en tout neuf mois, dont 2 mois Février et Juillet présentant peu d'écart avec la normale) et d'autre part que les hauteurs des précipitations ont été plus ou moins déficitaires, avec un record de déficit en Juin.

Pendant les neuf mois considérés il n'est tombé que 227 mm de pluie soit 45 % par rapport à la normale sur la même période (506 mm).

Si le déficit relatif (de 55 %) a été plus important qu'en 1989-1990, il s'est produit pendant une période plus courte de "seulement neuf mois".

Ses effets ont été durement ressentis dans le milieu agricole mais très faiblement sur les habitations. Quelques cas de sinistres ont été observés sur les fondations les moins protégées, mais sans aucune mesure avec le très grand nombre de sinistres des années 1989-1990.

Les cartes des figures 4 et 5, montrent au niveau du territoire national, l'accentuation du déficit pluviométrique sur presque toute la France, entre la période d'Août 88 à Avril 89 et celle d'Avril 89 à Novembre 89.



D'après N. BESLEAGA, il apparaît que "ce sont les effets cumulatifs résultant de la succession d'un hiver, d'un printemps et d'un début d'été, chacun représentant un déficit hydrique, qui conduisent à des situations exceptionnelles de sécheresse".

3. ETUDE DES RESERVES EN EAU - BILAN HYDROLOGIQUE : PLUIES EFFICACES

3.1. Généralités

Généralement deux méthodes sont distinguées pour déterminer les réserves en eau du sol :

- L'une repose sur le calcul de l'évapotranspiration (2) potentielle (E.T.P.) selon la méthode de Thornwaite à partir des mesures de températures quotidiennes sur les onze mois précédents. Elle permet de calculer les écoulements hivernaux sur de grandes surfaces et est principalement utilisée en hydrologie pour les estimations de ruissellement sur les bassins versants des cours d'eau.
- L'autre s'appuie sur la formule de Penman et s'applique plutôt au suivi des réserves en eau d'une parcelle. Dans ce cas l'E.T.P. est calculée à partir des valeurs quotidiennes de la température moyenne, de l'humidité, de la vitesse du vent et de l'insolation. Sont également pris en compte des paramètres géographiques (latitude du lieu) et chronologiques (décade), ainsi que la végétation (les calculs se rapportent généralement à une surface gazonnée).

Plusieurs formules sont proposées pour établir un bilan hydrologique, mais elles se heurtent aux problèmes de la collecte et du traitement des données.

Finalement, on peut approcher, sans grand risque d'erreur, un bilan simplifié qui s'écrit alors sous la forme :

$$Q = P - E.T.P.$$

avec :

- Q : part infiltrée et ruisselée (également dénommée pluie efficace PE)
- P : précipitations
- E.T.P. : évapotranspiration potentielle

Les termes de l'équation sont alors facilement calculables mais subsiste le problème de l'estimation des parts respectives **infiltrées** ou **ruisselées**.

Seule l'évapotranspiration peut être calculée avec une relative bonne précision. Il existe plusieurs méthodes pour le calcul de l'évapotranspiration.

Les valeurs de l'E.T.P. sont fournies par le SMIR (Service Météorologique Inter-régional) ou par les CDM (Centre Départemental de la Météorologie) ; il existe en général un centre par département, plus rarement deux. Cette E.T.P. est calculée par décades par la méthode de Penman (calcul à partir du rayonnement global et de l'insolation).

(2) *Evapotranspiration : quantité d'eau évaporée, et rejetée dans l'atmosphère par les plantes*

On conçoit que la notion de pluie efficace, qui fait mieux ressortir les phénomènes de déficit ou d'excès d'eau en faisant abstraction de la grande partie de pluie de saison chaude qui est rapidement évaporée ou consommée, soit plus adaptée que celle de la hauteur de précipitations pour caractériser les effets d'une période de sécheresse sur les sols.

Un tel bilan est d'autant plus représentatif qu'au déficit brut de pluviosité d'une période de sécheresse il faut associer une augmentation de la capacité d'évapotranspiration des sols.

3.2. Application (CDM de Tours)

La moyenne trentennale de référence pour la pluie efficace est égale à 265 mm (3).

L'histogramme de la figure 6 représente les variations de la valeur de cette pluie efficace année par année et met en évidence les déficits par rapport à la moyenne.

A titre d'exemple, la sécheresse de 1976 était marquée par un déficit de pluie efficace près de 20 % par rapport à la moyenne. D'autres années déficitaires ressortent également : 53-54, 55-56, 68-69, 70-71 qui correspond au record de déficit et qui est suivie par une succession de quatre années très largement déficitaires entre 1970 et 1974.

Les années 88-89 et 89-90 ont reçu respectivement 176 et 203 mm soit un déficit de 34 % et de 24 % par rapport à la moyenne annuelle de 265 mm.

Comme pour les précipitations, il convient d'analyser la répartition mensuelle de la pluie efficace.

Comme l'indique la figure 7, le déficit de pluie efficace débute dès Mars 88 pour se poursuivre sur 21 mois jusqu'à fin Novembre 89. Pendant cette période, il y a eu 248 mm de pluies efficaces sur une moyenne de 381 mm déterminée à partir de la même période, soit un déficit de 35 %.

Seul le mois d'Avril 89 a été très largement excédentaire.

Entre Décembre 89 et Février 90, la pluie efficace est légèrement supérieure à la moyenne. Puis pendant sept mois jusqu'à fin Septembre 1990, le déficit a été de 100 %.

(3) A comparer avec les précipitations totales : $PE = 37 \% \text{ de } P$

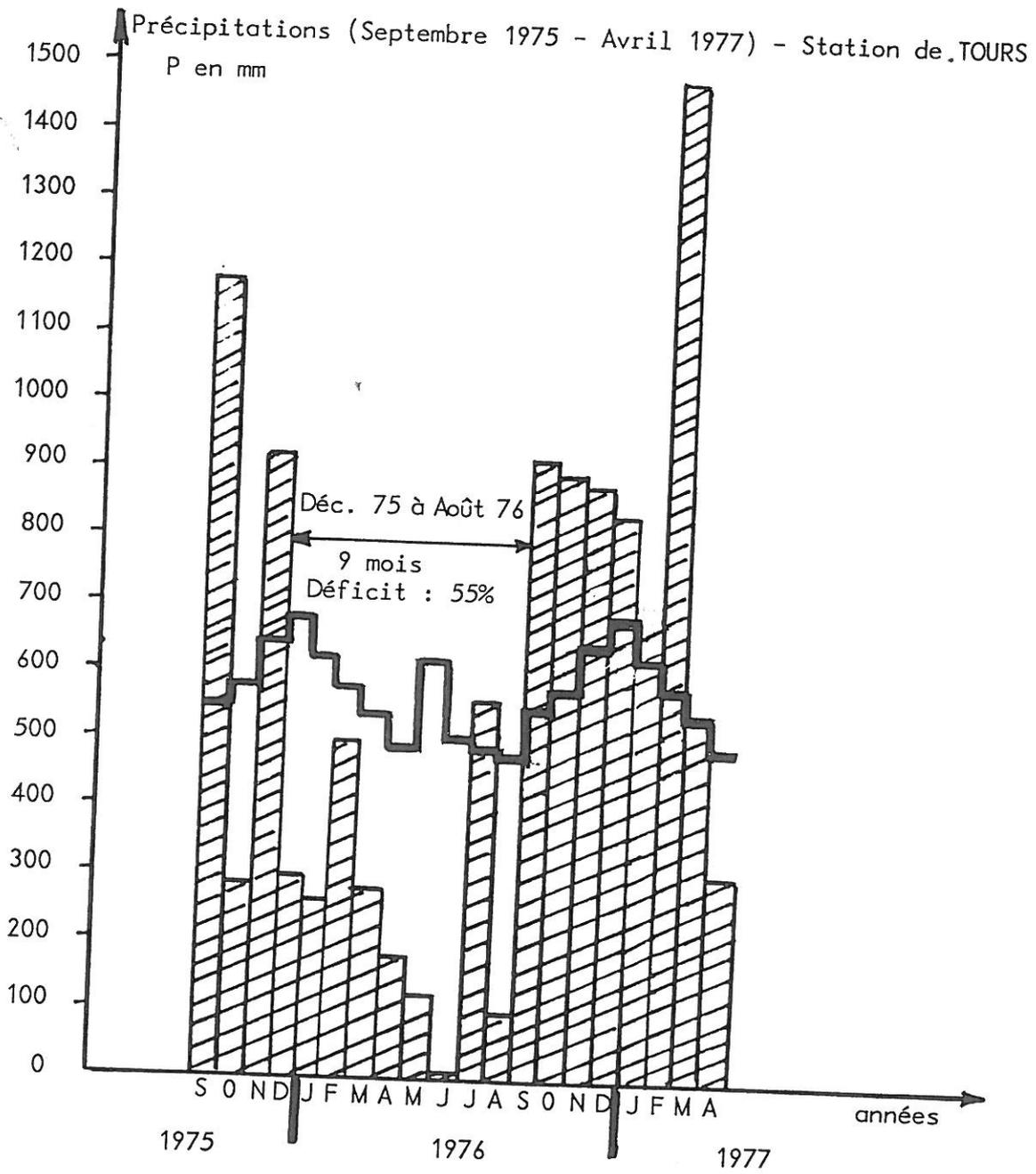


Fig. 3

Fig. 4

Rapports des écarts de précipitations
aux valeurs normales (base trentennale 1951 - 1980)

Période du 1.8.88 au 30.4.89

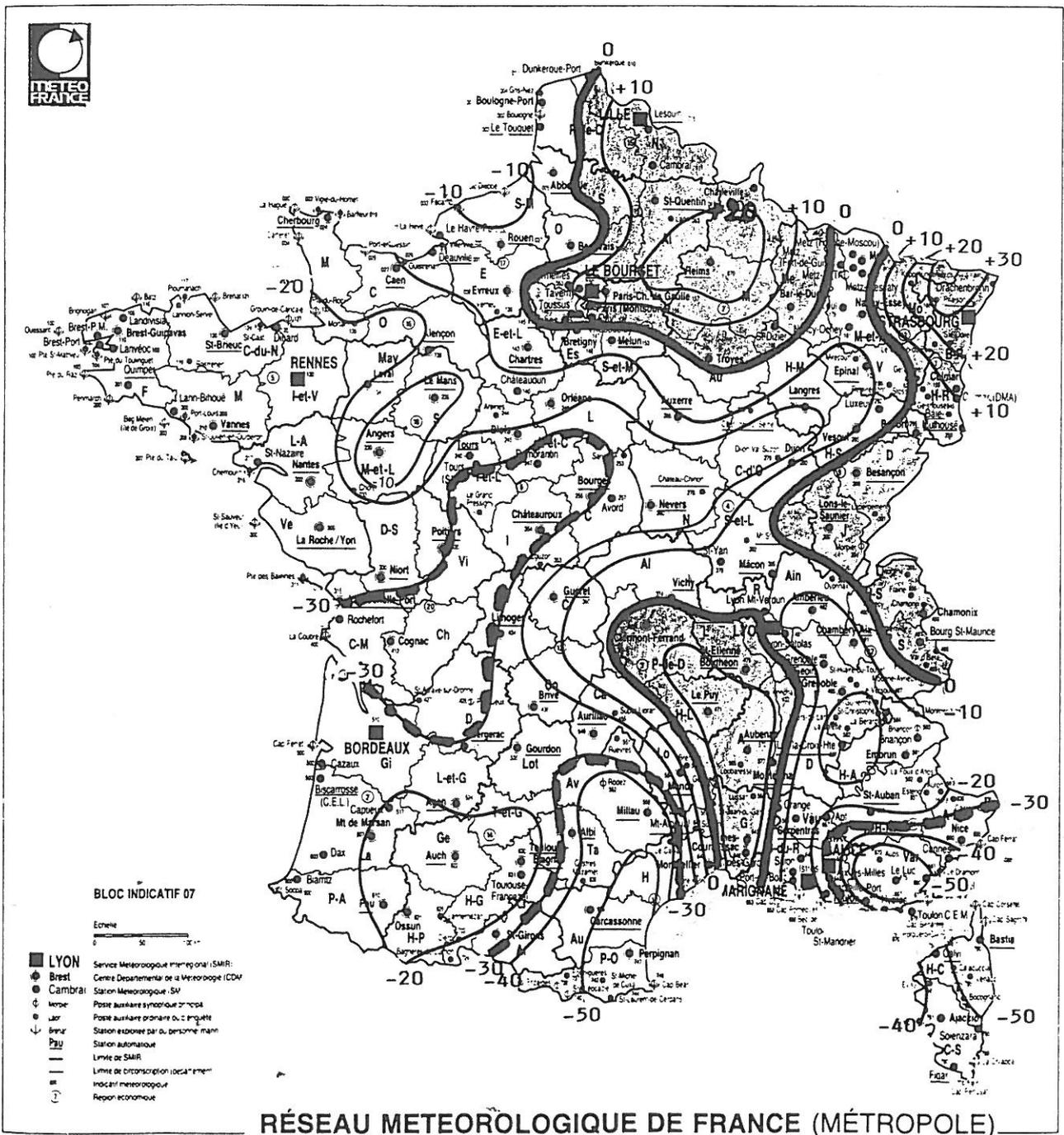
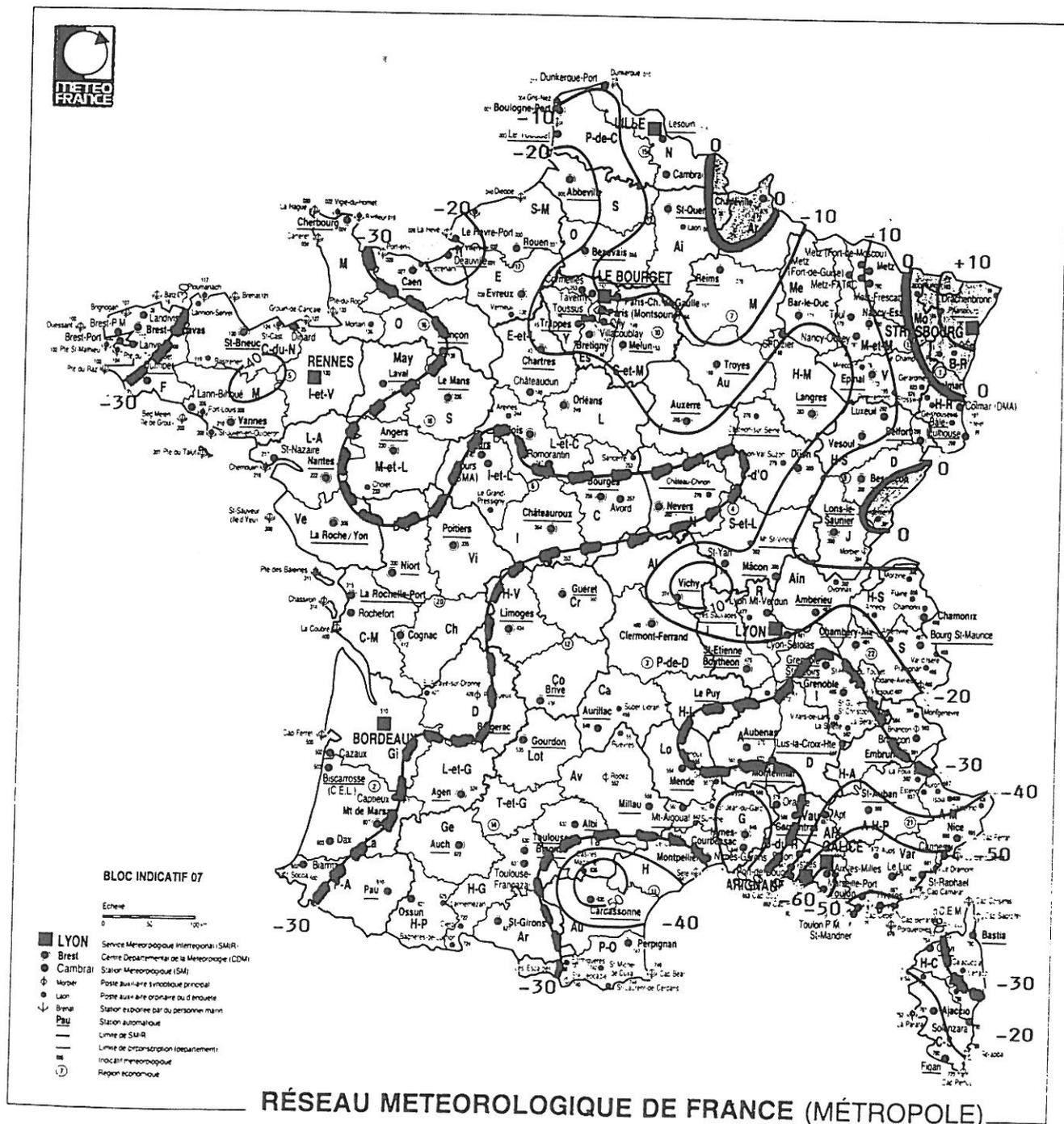


Fig. 5

Rapports des écarts de précipitations
aux valeurs normales (base trentennale 1951 - 1980)

Période du 1.8.88 au 30.11.89



4. CONCLUSION

L'exemple de la station météorologique de Tours montre tout l'intérêt d'une analyse de la répartition des pluies ou des pluies efficaces.

La caractérisation d'une sécheresse considérée comme exceptionnelle ou non passe non seulement par l'analyse du déficit en terme de cumul annuel mais également et surtout en terme de durée en étudiant les structures de la répartition mensuelle des pluies.

Du point de vue du géotechnicien, les critères de caractérisation seront déterminés en prenant en compte :

- la pluie efficace, de préférence aux précipitations brutes, puisque c'est d'elle que dépend essentiellement l'état hygrométrique des sols ;
- la répartition mensuelle des hauteurs de la pluie efficace - PE - sur une (*ou plusieurs*) période(s) ou épisodes de durée jugée représentative ;
- des seuils de pluviosité efficace, correspondant à ces épisodes, au-dessus desquels il sera admis que la sécheresse n'est pas exceptionnelle.

Afin d'éviter les effets des variations géographiques, la grandeur étudiée, dénommée "Hauteur de pluie efficace HPE", sera exprimée par un nombre sans dimension :

$HPE =$ rapport de la pluie efficace pour un épisode donné à la moyenne trentennale calculée pendant le même épisode [1].

L'épisode de référence doit être suffisamment long pour que les effets du déficit sur la teneur en eau des sols aient le temps de se développer de manière marquante et il peut être de durée plus ou moins longue pour tenir compte de l'effet cumulatif et auto-développant de la sécheresse.

Cette détermination des critères de sécheresse résulte donc de considérations statistiques portant sur une longue durée (de 40 ans à 60 ans suivant les stations météorologiques) en recherchant une durée de retour de l'ordre de 15 à 20 ans correspondant à un caractère anormal ou exceptionnel.

L'analyse des données pluviométriques fournies par plusieurs dizaines de stations météorologiques couvrant l'ensemble du territoire national permet, à partir de courbes lissées en prenant des moyennes mobiles de 3 ans, de mettre en évidence des périodes de temps caractérisées par des valeurs minimales de HPE, et se reproduisant avec une certaine périodicité.

[1] Si l'épisode de référence n'est que de 6 mois (par exemple de Février à Juillet 1990), la moyenne trentennale correspondante sera déterminée à partir des moyennes mensuelles trentennales des seuls mois considérés, Février à Juillet. Pour un épisode de 12 mois ou de 24 mois, la moyenne correspondante se confond évidemment avec la moyenne trentennale annuelle.

Inversement cette approche permet de faire correspondre à une durée de retour choisie, un critère de sécheresse conventionnellement qualifiée d'exceptionnelle, en déterminant un seuil de normalité pour HPE.

Pour un épisode donné et pour une période de retour de l'ordre de 20 ans on peut ainsi définir un seuil SN.

Si $HPE > 100\%$: il n'y a pas de déficit de pluviosité par rapport à la référence trentennale,

si $100\% > HPE > SN$: il y a sécheresse, mais non reconnue comme exceptionnelle, c'est-à-dire considérée comme correspondant à un déficit normal par rapport à la moyenne.

$HPE \leq SN$: on se trouve dans une configuration conventionnelle de sécheresse anormale ou exceptionnelle.

L'étude statistique a permis de vérifier d'une part que la durée minimale d'un épisode de référence était de 6 mois, d'autre part, que pour tenir compte des effets cumulatifs de la sécheresse, il convenait de prendre également en considération des épisodes plus longs. En définitive, trois épisodes de 6 mois, de 12 mois et de 24 mois consécutifs doivent être considérés pour l'étude et la caractérisation d'une période de sécheresse.

Pour chacun de ces épisodes, un seuil minimal SN peut être fixé comme il a été indiqué plus avant. Les valeurs des seuils de HPE sont de moins en moins sévères lorsque la durée de la période de référence augmente.

Par exemple, on peut être en présence d'une situation caractérisée par une période initiale de sécheresse relative de 6 mois avec un taux de HPE de 60 % jugé insuffisamment déterminant, et par une période globale de 12 mois consécutifs correspondant à une valeur HPE de 65 % estimée comme étant alors significative d'un état de sécheresse sortant de la normale.

Les valeurs arrêtées pour les seuils correspondants à des temps de retour d'environ 20 ans sont les suivantes :

SN1 = 55 % pour un épisode de référence de 6 mois
 SN2 = 70 % pour un épisode de référence de 12 mois
 SN3 = 80 % pour un épisode de référence de 24 mois

La période de 24 mois à considérer est celle qui précède la date d'apparition des désordres et les 2 autres périodes de 6 et 12 mois incluses dans la première, sont celles qui correspondent aux valeurs pessimales de HPE trouvées sur les intervalles glissants de 6 mois et 12 mois.

Sur le plan pratique il y a lieu de vérifier les conditions d'anormalité pluviométrique successivement pour ces 3 épisodes, en commençant par celle de 6 mois.

Si HPE est nettement au-dessous du seuil SN1, on estime être conventionnellement dans une configuration de sécheresse exceptionnelle, auquel cas on poursuit la démarche générale du guide.

Pour une valeur HPE supérieure ou très légèrement inférieure à SN1 on vérifie alors les conditions d'anormalité pour la période de 12 mois, puis le cas échéant, et de la même façon, pour la période de 24 mois.

Il suffit que pour l'une des 3 périodes HPE soit notablement inférieure au seuil SN correspondant pour que le caractère exceptionnel de la sécheresse soit admis.

Lorsque HPE est toujours supérieur à SN, on ne se trouve évidemment pas dans un cas de sécheresse anormale ou exceptionnelle.

Lorsque la valeur la plus pessimiste de HPE n'est que légèrement inférieure au seuil SN correspondant dans la limite de -10 % de SN, la configuration de sécheresse doit être si possible vérifiée avec davantage de précision en tenant compte des particularités climatiques locales (microclimats, influence de l'altitude, du relief...) en interrogeant soit la station météorologique la plus proche, soit le CEBTP.

ANNEXE II-2

**LISTES DES STATIONS DE LA METEOROLOGIE
NATIONALE**

MN n° 001287

Janvier 1991

L.3

adresses des éléments de la météorologie nationale

envoi n° 1 /91 - janvier 1991

(annule et remplace la pièce L.3 de janvier 1990)

La présente pièce donne l'adresse (postale codifiée et téléphonique) de chaque élément de la Météorologie nationale (y compris les DOM-TOM).

Les Chefs de Services, Centres et Stations sont responsables, chacun en ce qui les concerne, de la tenue à jour de ces renseignements.

Les additifs - et projets de correctifs - seront adressés dans les meilleurs délais, par la voie hiérarchique, au bureau MN/EX à Boulogne.

Remarques :

I L'indicatif (1), précédant le numéro à 8 chiffres, n'est à utiliser que dans les liaisons PROVINCE - Région Parisienne.

II Signification des sigles utilisés dans la colonne "CAT".

EERM	: Etablissement d'Etudes et de Recherches Météorologiques
SCEM	: Service Central d'Exploitation de la Météorologie
ENM	: Ecole Nationale de la Météorologie
SETIM	: Service des Equipements et des Techniques Instrumentales de la Météorologie
SAM	: Service Administratif de la Météorologie
SMIR/D	: Service Météorologique Interrégional (Direction)
SMIR/T	: Service Météorologique Interrégional (Technique)
CDM	: Centre Départemental de la Météorologie
SM	: Station Météorologique
CDPT	: Centre de plaque téléphonique

III Signification des sigles utilisés dans la colonne "Adresse Téléphonique"

RTA Nat.	: Renseignements téléphonique auto.	prévi. nationale
RTA Rég.	: " " "	prévi. régionale
RTA Dép.	: " " "	prévi. départementale
RTA Mon.	: " " "	prévi. Montagne
RTA Mar.	: " " "	prévi. Marine
RTA VFR	: " " "	prévi. aéronautique
RTA Agri	: " " "	prévi. agricole
RTA Nivo	: " " "	prévi. nivologique
TCP	: Télécopie	

IMPLANTATION	CAT.	ADRESSE POSTALE	ADRESSE TELEPHONIQUE
ABBEVILLE (SOMME)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME 80100 ABBEVILLE	22.24.05.50 RTA DEP 36.65.02.80 TCP 22.24.88.70
AGEN (LOT ET GARONNE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME D'AGEN 47520 LE PASSAGE	53.96.34.04 RTA DEP 36.65.02.47
AIX EN PROVENCE (BOUCHES DU RHONE)	SMIR/D CDPT	SERVICE METEOROLOGIQUE INTERREGIONAL SUD-EST 13098 AIX EN PROVENCE CEDEX 02	42.20.13.72 RTA DEP 36.65.02.13 TCP 42.59.59.92
AIX LES MILLES (BOUCHES DU RHONE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE AIR M.O.05/114 BASE AERIENNE 114 13898 AIX EN PROVENCE ARMEES	BASE = 42.60.01.01 POSTES = CHEF 2620 PREVI 2168 OBS 2348 RTA DEP 36.65.02.13
AJACCIO (CORSE DU SUD)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE CAMPO DEL ORO B.P. 542 20186 AJACCIO CEDEX	95.29.07.29 RTA DEP 36.65.02.20 MAR 95.20.12.21 TCP 95.29.07.00
ALBI (TARN)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME D'ALBI LE SEQUESTRE 81990 ALBI	63.38.24.66 RTA DEP 36.65.02.81
ALENCON (ORNE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE ROUTE DE PARIS 61000 ALENCON	33.29.26.96 RTA DEP 36.65.02.61 AGRI 36.65.07.61 TCP 33.29.82.92
AMBERIEU (AIN)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE B.P. 26 01500 AMBERIEU EN BUGEY	74.35.05.58 RTA DEP 36.65.02.01 TCP 74.34.09.27
ANGERS (MAINE ET LOIRE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME D'ANGERS AVRILLE AVENUE MENDES FRANCE 49240 AVRILLE	41.34.32.19 RTA DEP 36.65.02.49 TCP 41.34.48.89
APT-ST CHRISTOL (VAUCLUSE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE D'APT-ST CHRISTOL 1 ER G.M.S. 84998 APT ARMEES	BASE = 90.75.04.56 POSTES = CHEF 2772 OBS 2614 NUIT 2217 RTA DEP 36.65.02.84
AUBENAS (ARDECHE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE B.P. 157 07204 AUBENAS CEDEX	75.35.08.64 RTA DEP 36.65.02.07 TCP 75.35.08.64
AUCH (GERS)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME D'AUCH LAMOTHE ROUTE D'AGEN 32000 AUCH	62.63.44.15 RTA DEP 36.65.02.32
AURILLAC (CANTAL)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME D'AURILLAC-TRONQUIERES 15000 AURILLAC	71.64.21.00 RTA DEP 36.65.02.15

IMPLANTATION	CAT.	ADRESSE POSTALE	ADRESSE TELEPHONIQUE
AUXERRE (YONNE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE SAINT GEORGES SUR BAULCHES 89000 AUXERRE	86.46.32.78 RTA DEP 36.65.02.89
AVORD (CHER)	SM	STATION METEOROLOGIQUE AIR BASE AERIENNE 702 18490 AVORD AIR	48.69.12.93 BASE = 48.69.13.05 POSTES = CHEF 2772 OBS 2217 PREVI 2614 RTA DEP 36.65.02.18
BADEN-OOIS (R.F.A)	SM	STATION METEOROLOGIQUE MILITAIRE E.L/A.L.A.T S.P. 69962 00500 ARMEES	19.49.7221 698301/698299
BALE-MULHOUSE (HAUT RHIN)	SM	STATION METEOROLOGIQUE AEROPORT DE BALE-MULHOUSE 68304 SAINT-LOUIS	AEROPORT = 89.69.00.00 POSTES = CHEF 2601 PREVI 2608 OBS 2603 RTA DEP 36.65.02.68
BAR LE DUC (MEUSE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE PLACE DE L'ECOLE NORMALE 55000 BAR LE DUC	29.76.35.55 RTA DEP 36.65.02.55
BASTIA (HAUTE CORSE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE PORETTA B.P. 136 20293 BASTIA CEDEX	95.36.22.97 RTA DEP 36.65.02.20 MAR 95.36.04.96 MON 95.36.05.96 AGRI 95.36.05.41 TCP 95.38.31.89
BEAUVAIS (OISE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE BEAUVAIS-TILLE 60000 BEAUVAIS	44.45.08.16 RTA DEP 36.65.02.60 TCP 44.84.00.20
BELFORT (TER.DE BELFORT)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE 2 AVENUE JEAN JAURES 90000 BELFORT	84.28.15.06 RTA DEP 36.65.02.90
BERGERAC (DORDOGNE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE ROUMANIERES 24100 BERGERAC	53.63.31.52 RTA DEP 36.65.02.24
BESANCON (DOUBS)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE 36 AVENUE DE L'OBSERVATOIRE 25000 BESANCON	81.80.80.07 RTA DEP 36.65.02.25 TCP 81.80.86.02
BIARRITZ (PYRENEES ATLANTIQUES)	SM	STATION METEOROLOGIQUE AERODROME D'ANGLET 64600 ANGLET	59.23.84.15 RTA DEP 36.65.02.64
BISCARROSSE (C.E.L) (LANDES)	SM	STATION METEOROLOGIQUE CENTRE D'ESSAIS DES LANDES 40115 BISCARROSSE-AIR	58.82.23.45 POSTES = CHEF 2337 OBS 2345 PREVI 2344 RTA DEP 36.65.02.40 TCP 58.82.20.01
BLOIS (LOIR ET CHER)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE 14 RUE ALAIN GERBAULT 41000 BLOIS	54.43.65.64 RTA DEP 36.65.02.41

IMPLANTATION	CAT.	ADRESSE POSTALE	ADRESSE TELEPHONIQUE
BORDEAUX (GIRONDE)	SMIR/D CDPT	SERVICE METEOROLOGIQUE INTERREGIONAL SUD-OUEST 7 AVENUE ROLAND GARROS 33700 MERIGNAC	56.34.20.11 RTA DEP 36.65.02.33 TCP 56.34.83.38
BORDEAUX (GIRONDE)	SMIR/T	SERVICE METEOROLOGIQUE INTERREGIONAL SUD-OUEST CIDEX AEROPORT NR 52 33700 MERIGNAC	56.34.20.11 OU 56.34.36.05 RTA REG 36.65.00.00 NAT 36.65.01.01 DEP 36.65.02.33 MON 36.65.04.04 MAR 36.65.08.08 TCP 56.34.20.11 POSTE 187
BORDEAUX-DMA (GIRONDE)	SM	DETACHEMENT METEOROLOGIQUE AIR M.O. 05/106 BASE AERIENNE 106 ROUTE DU CAP FERRET 33998 BORDEAUX ARMEE	56.34.20.11 POSTE 139/140 BASE = 56.34.84.24 POSTE 2614/7450 RTA DEP 36.65.02.33
BOULOGNE-DMN (HAUTS DE SEINE)	DMN	DIRECTION DE LA METEOROLOGIE 77 RUE DE SEVRES 92104 BOULOGNE CEDEX	(1)46.04.91.51 RTA DEP 36.65.02.92 TCP (1)46.05.44.07
BOULOGNE-EERM (HAUTS DE SEINE)	EERM/D	ETABLISSEMENT D'ETUDES ET DE RECHERCHES METEOROLOGIQUES 77 RUE DE SEVRES 92104 BOULOGNE CEDEX	(1)46.04.91.51 POSTE 2231 RTA DEP 36.65.02.92 TCP (1)46.04.18.84
BOULOGNE-SAM (HAUTS DE SEINE)	SAM	SERVICE ADMINISTRATIF DE LA METEOROLOGIE 77 RUE DE SEVRES 92104 BOULOGNE CEDEX	(1)46.04.91.51 POSTE 2109 RTA DEP 36.65.02.92
BOULOGNE SUR MER (PAS DE CALAIS)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE QUAI DE PILOTAGE 62200 BOULOGNE	21.31.52.23 RTA DEP 36.65.02.62 MAR 21.33.82.55
BOURGES (CHER)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE ROUTE D'ISSOUDUN 18000 BOURGES	48.50.15.91 RTA DEP 36.65.02.18
BOURG-ST-MAURICE (SAVOIE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE 73700 BOURG ST MAURICE	79.07.04.36 RTA NIVO 79.07.08.24 RTA DEP 36.65.02.73 MON 36.65.04.73
BREST-EERM (FINISTERE)	EERM	CENTRE DE METEOROLOGIE MARINE EERM-CMM IFREMER/CENTRE DE BREST B.P. 70 29280 PLOUZANE	98.22.44.50 RTA DEP 36.65.02.29 MAR 36.65.08.29 TCP 98.22.45.36
BREST-GUIPAVAS (FINISTERE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE BREST-GUIPAVAS 29490 GUIPAVAS	CHEF 98.32.55.60 PREVI 98.32.55.56 RTA DEP 36.65.02.29 MAR 36.65.08.29 TCP 98.84.87.50
BREST-PREF-MARITIME (FINISTERE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE PREFECTURE MARITIME 29240 BREST NAVAL	98.44.42.88 RTA DEP 36.65.02.29 MAR 36.65.08.29
BREST-PORT (FINISTERE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE 16 QUAI DE LA DOUANE 29200 BREST	98.32.55.54 RTA DEP 36.65.02.29 MAR 36.65.08.29

IMPLANTATION	CAT.	ADRESSE POSTALE	ADRESSE TELEPHONIQUE
BRETIGNY-EERM (ESSONNE)	EERM	CENTRE D'AVIATION METEOROLOGIQUE EERM-CAM 91220 BRETIGNY AIR	(1)69.88.24.40 RTA DEP 36.65.02.91 TCP (1)60.85.03.39 PRECISER "ATTN, METEO/CAM"
BRETIGNY SUR ORGE (ESSONNE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE CENTRE D'ESSAIS EN VOL - AERODROME 91228 BRETIGNY SUR ORGE CEDEX	(1)69.88.24.48 CHEF (1)69.88.24.39 RTA DEP 36.65.02.91
BRIANCON (HAUTES ALPES)	SM	STATION METEOROLOGIQUE BATIMENT PARAPUBLIC PARC CHANCEL 05100 BRIANCON	92.20.20.40 RTA DEP 92.20.10.00 MON 92.21.20.20
BRIVE (CORREZE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AVENUE DU GENERAL P. POUYADE 19100 BRIVE LA GAILLARDE	55.86.96.00 RTA DEP 36.65.02.19 AGRI 55.88.22.22
CAEN (CALVADOS)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE CAEN-CARPIQUET 14650 CARPIQUET	31.26.68.11 RTA DEP 36.65.02.14 MAR 31.75.14.14 TCP 31.26.00.37
CALVI (HAUTE CORSE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE AERODROME DE STE CATHERINE 20260 CALVI	95.65.01.35 RTA DEP 36.65.02.20
CAMBRAI (NORD)	SM	DETACHEMENT METEOROLOGIQUE AIR BASE AERIENNE 103 59341 CAMBRAI AIR	27.74.94.17 BASE = 27.83.89.67/27.83.86.76 POSTES = CHEF 2135 OBS 2106 PREVI 2214 RTA DEP 36.65.02.59
CANNES (ALPES MARITIMES)	SM	STATION METEOROLOGIQUE METEOROLOGIE NATIONALE AERODROME DE CANNES-MANDELIEU B.P. 22 06150 CANNES LA BOCCA	93.47.20.48 RTA DEP 36.65.02.06
CAPTIEUX (LANDES)	SM	STATION METEOROLOGIQUE C.E.L. ANNEXE DE CAPTIEUX 40120 RETJONS	55.65.62.07 POSTE 2380 RTA DEP 36.65.02.40
CARCASSONNE (AUDE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE SALVAZA 11000 CARCASSONNE	68.25.04.87 RTA DEP 36.65.02.11 TCP 68.47.60.58
CARPENTRAS (VAUCLUSE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE HAMEAU DE SERRES 84200 CARPENTRAS	90.63.07.56 RTA DEP 36.65.02.84 TCP 90.60.10.78
CARPENTRAS (VAUCLUSE)	SETIM	CENTRE RADIOMETRIQUE DE LA METEOROLOGIE HAMEAU DE SERRES 84200 CARPENTRAS	90.63.12.71 RTA DEP 36.65.02.84
CAZAUX (GIRONDE)	SM	DETACHEMENT METEOROLOGIQUE AIR BASE AERIENNE 33164 CAZAUX AIR	56.22.90.18 BASE = 56.22.99.15 POSTES = CHEF 2772 PREVI 2614 OBS 2217 RTA DEP 36.65.02.33 TCP 56.83.39.95 POSTE 3131

IMPLANTATION	CAT.	ADRESSE POSTALE	ADRESSE TELEPHONIQUE
CHAMBERY-AIX LES BAINS (SAVOIE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE CHAMBERY-AIX LES BAINS 73420 LE VIVIERS DU LAC	79.54.40.20 AEROPORT = 79.61.20.91 POSTE 208 RTA DEP 36.65.02.73 MON 36.65.04.73
CHAMONIX (HAUTE SAVOIE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE MAISON DE LA MONTAGNE B.P. 124 190 PLACE DE L'EGLISE 74402 CHAMONIX	50.55.81.10 RTA DEP 36.65.02.74 NIVO 50.53.17.11 TCP 50.53.08.01
CHARLEVILLE-MEZIERES (ARDENNES)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE TOURNES-BELVAL 08090 CHARLEVILLE-MEZIERES	24.52.92.06 RTA DEP 36.65.02.08 TCP 24.52.96.91
CHARTRES (EURE ET LOIR)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE ROUTE DE MAINTENON-CHAMPHOL 28300 CHAMPHOL	37.21.16.06 BASE = 37.34.13.28 POSTE 2056 RTA DEP 36.65.02.28 AGRI 36.65.07.28 TCP 37.21.21.16
CHATEAUDUN (EURE ET LOIR)	SM	STATION METEOROLOGIQUE AIR BASE AERIENNE 279 28205 CHATEAUDUN CEDEX	37.45.21.51 BASE = 37.45.09.01 POSTES = CHEF 2772 PREVI 2614 RTA DEP 36.65.02.28 AGRI 36.65.07.28
CHATEAUROUX (INDRE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE DEOLS 36130 DEOLS	54.22.40.61 RTA DEP 36.65.02.36
CHERBOURG-MAUPERTUS (MANCHE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE 4 RUE NOTRE DAME 50100 CHERBOURG	33.53.53.44 RTA DEP 36.65.02.50 MAR 33.43.20.40 TCP 33.53.53.41
CLERMONT-FERRAND (PUY DE DOME)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE CLERMONT-AULNAT 63510 AULNAT	73.92.28.47 RENS 73.92.28.49 RTA DEP 36.65.02.63 TCP 73.92.32.87
COGNAC (CHARENTE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE S.M.A. BASE AERIENNE 16109 COGNAC AIR	58.82.23.45 BASE = 45.82.09.69 RTA DEP 36.65.02.16 AGRI 45.82.65.43
COLMAR-CDM (HAUT RHIN)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE 28 RUE DE HERRLISHEIM B.P. 493 68020 COLMAR CEDEX	89.79.52.66 RTA DEP 36.65.02.68
COLMAR-DMA (HAUT RHIN)	SM	DETACHEMENT METEOROLOGIQUE AIR AGENCE POSTALE MILITAIRE AIR 68020 COLMAR AIR	BASE = 89.81.08.81 POSTES = CHEF 2772 OBS 2217 PREVI 2614 RTA DEP 36.65.02.68
DAX (LANDES)	SM	STATION METEOROLOGIQUE E.S.A.L.A.T. B.P. 354 40107 DAX CEDEX	58.74.93.00 POSTES = CHEF 428 OBS 430 PREVI 429 RTA DEP 36.65.02.40
DEAUVILLE (CALVADOS)	SM	STATION METEOROLOGIQUE AERODROME ST-GATIEN DES BOIS 14130 PONT L'EVEQUE	31.88.28.62 RTA DEP 36.65.02.14

IMPLANTATION	CAT.	ADRESSE POSTALE	ADRESSE TELEPHONIQUE
DIJON (COTE D'OR)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE BASE AERIENNE 102 B.P. 1567 21032 DIJON CEDEX	80.66.51.36 RTA DEP 36.65.02.21 TCP 80.67.65.93
DINARD (ILLE ET VILAINE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE AERODROME DINARD-PLEURTUIT 35730 PLEURTUIT	99.46.10.46 RTA DEP 36.65.02.35
DRACHENBRONN (BAS RHIN)	SM	STATION METEOROLOGIQUE COZ.NE 00/971 BASE AERIENNE 901 DRACHENBRONN 67160 WISSEMBOURG	BASE = 88.94.04.79 POSTE 2425 RTA DEP 36.65.02.67
DUNKERQUE (NORD)	SM	STATION METEOROLOGIQUE PLACE DU MINCK 59140 DUNKERQUE	28.66.45.25 RTA DEP 36.65.02.59 MAR 28.63.44.44
EMBRUN (HAUTES ALPES)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE CHEMIN DES TROIS CROIX 05200 EMBRUN	92.43.10.16 RTA DEP 36.65.02.05
EPINAL (VOSGES)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE 2 AVENUE DU GENERAL DE GAULLE CASE OFFICIELLE N° 510 88020 EPINAL CEDEX	29.35.11.06 RTA DEP 36.65.02.88
EVREUX (EURE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE S.M.A. BASE AERIENNE 27037 EVREUX CEDEX	32.33.11.94 BASE = 32.39.53.81 POSTES = CHEF 2772 PREVI 2614 OBS 2217 RTA DEP 36.65.02.27
FIGARI (CORSE DU SUD)	SM	STATION METEOROLOGIQUE AEROPORT DE FIGARI SUD-CORSE 20114 FIGARI	95.71.00.20 RTA DEP 36.65.02.20
GOURDON (LOT)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE CIDEX 04 GRIMARDET 46300 GOURDON	65.41.00.14 RTA DEP 36.65.02.46
GRENOBLE-CEN (ISERE)	EERM	CENTRE D'ETUDES DE LA NEIGE EERM-CEN B.P. 44 38402 ST MARTIN D'HERES CEDEX	76.54.34.18 RTA DEP 36.65.02.38 TCP 76.51.53.46
GRENOBLE ST GEOIRS (ISERE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE AERODROME DE GRENOBLE ST GEOIRS 38590 ST ETIENNE DE ST GEOIRS	76.65.40.56 VIA D.N.A. 76.93.40.49 AEROGARE = POSTE 201 RTA DEP 36.65.02.38
GRENOBLE ST MARTIN D'HERES (ISERE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE DOMAINE UNIVERSITAIRE B.P. 44 38402 ST MARTIN D'HERES CEDEX	76.54.29.63 RTA DEP 36.65.02.38 NIVO 76.51.19.29/75.51.11.22 TCP 76.54.29.63

IMPLANTATION	CAT.	ADRESSE POSTALE	ADRESSE TELEPHONIQUE
GUERET (CREUSE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE RUE PAUL LOUIS GRENIER GRANCHER 23000 GUERET	55.81.94.52 RTA DEP 36.65.02.23 TCP 55.51.08.61
HYERES (VAR)	SM	STATION METEOROLOGIQUE - B.A.N. - HYERES 83800 TOULON NAVAL	BASE = 94.65.19.58 POSTE = CHEF 606 RTA DEP 36.65.02.83
ISTRES (BOUCHES DU RHONE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE D.M.A. BASE AERIENNE 125 13128 ISTRES AIR	42.56.30.24 BASE = 42.56.91.20 POSTES = PREVI 2624 OBS 2217 TRANS 2408 RTA DEP 36.65.02.13
LANDIVISIAU (FINISTERE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE - B.A.N. 29230 LANDIVISIAU	BASE = 98.68.11.81 POSTE = CHEF 43.017 RTA DEP 36.65.02.29 MAR 36.65.08.29
LANGRES (HAUTE MARNE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE SQUARE OLIVIER LAHALLE 52200 LANGRES	25.87.01.54 RTA DEP 36.65.02.52 TCP 25.87.62.60
LANN-BIHOUE (MORBIHAN)	SM	STATION METEOROLOGIQUE B.A.N. LANN-BIHOUE B.P. 16 56998 LORIENT NAVAL	97.64.34.86 BASE = 97.21.04.03 POSTES 204 ET 481 RTA DEP 36.65.02.56 MAR 36.65.08.56
LANNION (COTES D'ARMOR)	SCEM	CENTRE DE METEOROLOGIE SPATIALE SCEM-CMS B.P. 147 22302 LANNION CEDEX	96.05.67.00 RTA DEP 36.65.02.22 TCP 96.48.88.78
LANVEOC (FINISTERE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE - B.A.N. LANVEOC 29160 CROZON	BASE = 98.27.52.20 POSTES = CHEF 423.18 OBS 424.18 RTA DEP 36.65.02.29 MAR 36.65.08.29
LA ROCHELLE-PORT (CHARENTE MARITIME)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE LE BOUT BLANC 17000 LA ROCHELLE	46.50.62.32 RTA DEP 46.41.17.11 MAR 46.41.11.11
LA ROCHE SUR YON (VENDEE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DES AJONCS 85000 LA ROCHE SUR YON	51.36.10.78 RTA DEP 36.65.02.85 MAR 36.65.08.85 TCP 51.46.04.30
LAVAL (MAYENNE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE 10 BIS RUE DE PARIS 53000 LAVAL	43.67.09.22 RTA DEP 36.65.02.53 TCP 43.56.70.59
LE BOURGET (SEINE ST DENIS)	SMIR/D	SERVICE METEOROLOGIQUE INTERREGIONAL ILE DE FRANCE - CENTRE BAT. 153 ZONE SUD AEROPORT 93350 LE BOURGET	(1)48.35.99.98 DIR = (1)48.35.92.48 RTA DEP 36.65.02.93 TCP (1)48.35.85.43
LE BOURGET (SEINE ST DENIS)	SMIR/T	SERVICE METEOROLOGIQUE INTERREGIONAL ILE DE FRANCE -CENTRE BAT. 49 AEROPORT 93350 LE BOURGET	(1)48.35.99.98 RENS AERO (1)48.35.92.49 RTA DEP 36.65.02.93 VFR (1)48.35.97.77 TCP (1)48.35.99.98 POSTE 166

IMPLANTATION	CAT.	ADRESSE POSTALE	ADRESSE TELEPHONIQUE
LE HAVRE (SEINE MARITIME)	SM	STATION METEOROLOGIQUE QUAI DES ABEILLES 76600 LE HAVRE	35.42.21.06 RTA DEP 36.65.02.76 MAR 35.21.16.11 TCP 35.41.31.19
LE LUC (VAR)	SM	STATION METEOROLOGIQUE EA/ALAT LE CANNET DES MAURES 83340 LE LUC EN PROVENCE	BASE = 94.60.74.84/94.60.71.14 POSTES = CHEF 340 PREVI 342 OBS 341 RTA DEP 36.65.02.63
LE MANS (SARTHE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DU MANS R.N. 23 72100 LE MANS	43.84.00.31 RTA DEP 36.65.02.72 TCP 43.84.04.13
LE PUY (HAUTE LOIRE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE CHASPUZAC 43320 LOUDES	71.08.66.96 RTA DEP 36.65.02.43
LE TOUQUET (PAS DE CALAIS)	SM	STATION METEOROLOGIQUE AERODROME 62520 LE TOUQUET PARIS PLAGE	21.05.13.55 RTA DEP 36.65.02.62
LESQUIN (NORD)	SM	STATION METEOROLOGIQUE AERODROME DE LILLE LESQUIN 59810 LESQUIN	20.87.51.39 RTA DEP 36.65.02.59
L'IMOGES (HAUTE VIENNE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE BELLEGARDE 87100 LIMOGES	55.00.13.90 RTA DEP 36.65.02.87 AGRI 55.77.32.32 TCP 55.00.10.20
LONS LE SAUNIER (JURA)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE 16 RUE DU MERITE 39000 LONS LE SAUNIER	84.24.59.43 RTA DEP 36.65.02.39
LUS LA CROIX HAUTE (DROME)	SM	STATION METEOROLOGIQUE ROUTE DU MAS BOURGET 26620 LUS LA CROIX HAUTE	92.58.50.27 RTA DEP 36.65.02.26
LUXEUIL (HAUTE SAONE)	SM	DETACHEMENT METEOROLOGIQUE AIR AGENCE POSTALE MILITAIRE AIR 70301 LUXEUIL AIR	BASE = 84.93.84.22 POSTES = CHEF 2772 PREVI 2614 OBS 2217 RTA DEP 36.65.02.70
LYON (RHONE)	SMIR/D CDPT	SERVICE METEOROLOGIQUE INTERREGIONAL CENTRE-EST IMMEUBLE LE BRITANNIA 20 BD EUGENE DERUELLE 69432 LYON CEDEX 3	DR = 78.60.75.91 BCR = 78.60.86.93 RTA DEP 36.65.02.69 TCP 78.60.68.37
LYON-BRON (RHONE)	SMIR/T	SERVICE METEOROLOGIQUE INTERREGIONAL CENTRE-EST AEROPORT DE LYON-BRON 69500 BRON	78.26.79.00 RTA.REG 36.65.00.00 NAT 36.65.01.01 DEP 36.65.02.69 MON 36.65.04.04 MAR 36.65.08.08 AGRI 78.26.38.61 TCP 72.37.06.06
LYON-MT VERDUN (RHONE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE AIR COZ.SE 00/974 BASE AERIENNE 942 LYON MONT VERDUN 69998 LYON ARMEE	BASE = 78.62.90.42 AIR POSTES = CHEF 90168 PREVI 90463 RTA DEP 36.65.02.69

IMPLANTATION	CAT.	ADRESSE POSTALE	ADRESSE TELEPHONIQUE
LYON-SATOLAS (RHONE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE BATIMENT TECNICO-ADMINIST. B.P. 602 69125 LYON-SATOLAS AEROPORT	72.22.73.46 CHEF = 72.22.73.45 AEROPORT = 72.22.72.21 RTA DEP 36.65.02.69
MACON (SAONE ET LOIRE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE MACON-CHARNAV 71850 CHARNAV LES MACON	85.34.16.66 RTA DEP 36.65.02.71 AGRI 36.65.07.71
MAGNY (YVELINES)	EERM	LABORATOIRE D'INSTRUMENTATION ET DE MESURE AEROPORTEES EERM-LIMA DEPARTEMENTALE 195 78114 MAGNY LES HAMEAUX	(1)30.64.83.12 RTA DEP 36.65.02.78 TCP (1)30.43.66.57
MARIGNANE (BOUCHES DU RHONE)	SMIR/T	SERVICE METEOROLOGIQUE INTERREGIONAL SUD-EST B.P. 2 AEROPORT 13727 MARIGNANE CEDEX	42.88.42.88 RTA VFR 42.89.08.08 RTA.REG 36.65.00.00 NAT 36.65.01.01 DEP 36.65.02.13 MON 36.65.04.04 MAR 36.65.08.08 MAR 36.65.08.09 TCP 42.77.26.60
MARSEILLE-PORT (BOUCHES DU RHONE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE PORT AUTONOME 12 RUE ST-CASSIEN 13002 MARSEILLE	91.91.46.51 PORT = 91.91.90.66 PREVI 336 CHEF 236 RTA DEP 36.65.02.13
MELUN (SEINE ET MARNE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE MELUN-VILLAROCHE 77550 MOISSY CRAMAYEL	(1)64.37.14.29 AEROD. = OBS (1)64.71.43.67 CHEF (1)64.71.44.26 RTA DEP 36.65.02.77
MENDE (LOZERE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE 11 BOULEVARD DES CAPUCINS 48005 MENDE CEDEX	66.49.13.69 RTA DEP 36.65.02.48 TCP 66.49.13.69
METZ-CDM (MOSELLE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE 28 RUE AUGUSTE PROST 57157 MARLY	87.38.31.11 CHEF 87.38.30.50 RTA DEP 36.65.02.57
METZ-DMA (MOSELLE)	SM	DETACHEMENT METEOROLOGIQUE AIR M.O. 05/128 METZ-FRESCATY METZ AIR 57998 METZ-ARMEES	BASE = 87.63.11.15 POSTES = CHEF 73772 PREVI 73614 OBS 73217 RTA DEP 36.65.02.57
METZ-CMCD (MOSELLE)	SM	DETACHEMENT METEOROLOGIQUE AIR CMCD 23/351 FORT DE MOSCOU 57998 METZ-ARMEES	BASE = 87.63.11.15 POSTES = CHEF 91247 RTA DEP 36.65.02.57
METZ-FATAC (MOSELLE)	SM	SECTION METEOROLOGIQUE DE COMMANDEMENT FATAC / 1 RA BASE AERIENNE 128 METZ-AIR 57998 METZ-ARMEES	BASE = 87.63.99.28 POSTE = CHEF 74048 RTA DEP 36.65.02.57
METZ-GUISE (MOSELLE)	SM	DETACHEMENT METEOROLOGIQUE AIR 22/351 FORT DE GUISE 57998 METZ-ARMEES	BASE = 87.30.09.00 POSTES = CHEF 91233 PREVI 72163 RTA DEP 36.65.02.57

IMPLANTATION	CAT.	ADRESSE POSTALE	ADRESSE TELEPHONIQUE
MILLAU (AVEYRON)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE SOULOBRES 12100 MILLAU	65.60.05.33 RTA DEP 36.65.02.12
MONT-AIGOUAL (GARD)	SM	STATION METEOROLOGIQUE MONT-AIGOUAL 30570 VALLERAUGUE	67.82.60.01 RTA DEP 36.65.02.30 MON 36.65.04.30
MONTAUBAN (TARN ET GARONNE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE 250 RUE DU CAMP D'AVIATION 82000 MONTAUBAN	63.66.40.01 RTA DEP 36.65.02.82
MONT DE MARSAN-CDM (LANDES)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE 8 RUE SAINT FRANCOIS 40000 MONT DE MARSAN	58.75.30.93 RTA DEP 36.65.02.40
MONT DE MARSAN-DMA (LANDES)	SM	DETACHEMENT METEOROLOGIQUE AIR BASE AERIENNE 118 B.P. 37 40490 MONT DE MARSAN AIR	58.75.03.08 BASE 58.75.84.85 POSTES = CHEF 86223 PREVI 86226 OBS 86225 RTA DEP 36.65.02.40
MONTLIMAR (DROME)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME 26200 MONTLIMAR	75.01.29.27 RTA DEP 36.65.02.26 TCP 75.01.01.88
MONTPELLIER (HERAULT)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AEROPORT DE MONTPELLIER-FREJORGUES 34130 MAUGUIO CEDEX	67.65.73.00 AEROP. 67.92.94.24 CHEF 1415 RTA DEP 36.65.02.34 TCP 67.64.12.52
NANCY-ESSEY (MEURTHE ET MOSELLE)	CDM CDPT	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE 83 RUE DE LA GRANDE HAIE B.P. 11 54510 TOMBLAINE	OBS 83.29.49.01 PREVI 83.29.49.15 RTA REG 36.65.00.00 NAT 36.65.01.01 DEP 36.65.02.54 MON 36.65.04.04 MAR 36.65.08.08 VFR 83.29.11.41
NANCY-OCHEY (MEURTHE ET MOSELLE)	SM	DETACHEMENT METEOROLOGIQUE AIR BASE AERIENNE 133 54133 OCHEY-AIR	BASE = 83.52.81.10 POSTES = CHEF 2772 OBS 2217 PREVI 2614 RTA DEP 36.65.02.54
NANTES (LOIRE ATLANTIQUE)	CDM CDPT	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE NANTES ATLANTIQUE 44340 BOUGUENAIS	40.84.80.10 (CHEF) 40.84.80.19 (EXPLOI.) AEROGARE 40.84.80.00 RTA REG 36.65.00.00 NAT 36.65.01.01 DEP 36.65.02.44 MON 36.65.04.04 MAR 36.65.08.08 TCP 40.84.80.18
NEVERS (NIEVRE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE NEVERS 58000 NEVERS	86.57.33.19 RTA DEP 36.65.02.58
NICE (ALPES MARITIMES)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AEROPORT DE NICE COTE D'AZUR 06056 NICE CEDEX	93.83.17.24 RTA DEP 36.65.02.06 AGRI 93.71.10.10 TCP 93.21.12.23

IMPLANTATION	CAT.	ADRESSE POSTALE	ADRESSE TELEPHONIQUE
NIMES COURBESSAC (GARD)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE 63 CHEMIN DE L'AERODROME 30000 NIMES	66.26.02.77 RTA DEP 36.65.02.30 MON 36.65.04.30 MAR 66.26.08.08 TCP 66.26.33.20
NIMES-GARONS (GARD)	SM	STATION METEOROLOGIQUE B.A.N. NIMES-GARONS 30998 NIMES ARMEES	BASE = 66.70.78.08 FAIRE PRECEDER LES N DE POSTES DE 66.70 CHEF 7808 PREVI 7809 OBS 7629 RTA DEP 36.65.02.30 MON 36.65.04.30
NIORT (DEUX SEVRES)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE NIORT-SOUCHE 79000 NIORT	49.24.81.83 RTA DEP 36.65.02.79
ORANGE (VAUCLUSE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE AIR BASE AERIENNE 115 84101 ORANGE	BASE = 90.34.04.00 POSTES = PREVI 2168 OBS 2268 CHEF 2310 RTA DEP 36.65.02.84
ORLEANS (LOIRET)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE BASE AERIENNE D'ORLEANS-BRICY 45037 ORLEANS CEDEX	38.43.04.00 BASE = 38.43.23.60 CHEF 2292 OBS 2220 RTA DEP 36.65.02.45
ORLY (VAL DE MARNE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE ORLY-SUD N 109 94396 ORLY AEROGARE CEDEX	(1)48.52.78.78 STANDARD (1)49.75.38.47 CHEF (1)49.75.38.40 PREVI (1)49.75.38.46 RTA DEP 36.65.02.94 TCP (1)49.75.38.43
OSSUN (HAUTES PYRENEES)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME D'OSSUN B.P. 6 65290 JUILLAN	62.32.94.18 RTA DEP 36.65.02.65 MON 62.32.90.01
PARIS-CHARLES DE GAULLE (VAL D'OISE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE B.P. 20222 95712 ROISSY-AEROPORT ANNEXE 1	CHEF (1)48.62.19.60 PREVI (1)48.62.19.66 OBS (1)48.62.19.65 RTA DEP 36.65.02.95 TCP (1)48.62.43.15
PARIS-EERM (VILLE DE PARIS)	EERM	CENTRE DE RECHERCHE EN METEOROLOGIE DYNAMIQUE EERM/CRMD 2 AVENUE RAPP 75340 PARIS CEDEX 07	(1)45.56.72.76 RTA DEP 36.65.02.75 TCP (1)45.56.72.97
PARIS-MONTSOURIS (VILLE DE PARIS)	CIDM	CENTRE INTERDEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE 26 BD JOURDAN 75014 PARIS	(1)45.89.07.42 RTA DEP 36.65.02.75
PARIS-SCEM (VILLE DE PARIS)	SCEM	SERVICE CENTRAL D'EXPLOITATION DE LA METEOROLOGIE 2 AVENUE RAPP 75340 PARIS CEDEX 07	(1)45.56.71.71 RTA.REG 36.65.00.00 NAT 36.65.01.01 DEP 36.65.02.75 MON 36.65.04.04 MAR 36.65.08.08 TCP (1)45.56.71.28
PAU (PYRENEES ATLANTIQUES)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AEROPORT DE PAU-PYRENEES 64230 UZEIN	59.33.17.34 RTA DEP 36.65.02.64 MON 59.92.13.49 TCP 59.92.79.29

IMPLANTATION	CAT.	ADRESSE POSTALE	ADRESSE TELEPHONIQUE
PERPIGNAN (PYRENEES ORIENTALES)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE PERPIGNAN-RIVESALTES S.3 66000 PERPIGNAN	68.61.03.38 RTA DEP 36.65.02.66 TCP 68.61.00.26
POITIERS (VIENNE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE POITIERS-BIARD 86580 POITIERS-BIARD	49.58.22.90 RTA DEP 36.65.02.86 AGRI 49.58.47.06 TCP 49.58.54.92
PORT DE BOUC (BOUCHES DU RHONE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE C.R. I. PORT LE LEQUE 13116 PORT DE BOUC	42.06.58.57 RTA DEP 36.65.02.13
QUIMPER (FINISTERE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE AERODROME DE PLUGUFFAN CIXEX 114/4 29700 PLUGUFFAN	98.94.03.43 RTA DEP 36.65.02.29 MAR 36.65.08.29
REIMS (MARNE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE 51090 REIMS CEDEX	26.87.42.42 BASE = 26.09.01.12 POSTES = CHEF 2772 PREVI 2614 OBS 2214 RTA DEP 36.65.02.51 TCP 26.87.50.86
RENNES (ILLE ET VILAINE)	SMIR/D	SERVICE METEOROLOGIQUE INTERREGIONAL OUEST B.P. 42A 35031 RENNES CEDEX	99.31.91.90 RTA DEP 36.65.02.35 TCP 99.30.70.48
RENNES (ILLE ET VILAINE)	SMIR/T	SERVICE METEOROLOGIQUE INTERREGIONAL OUEST B.P. 42A 35031 RENNES CEDEX	99.31.91.90 RTA DEP 36.65.02.35 VFR 99.31.90.22
RENNES (ILLE ET VILAINE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AEROPORT DE RENNES ST JACQUES DE LA LANDE 35136 ST JACQUES DE LA LANDE	99.31.00.88 RTA DEP 36.65.02.35 TCP 99.31.00.88
ROMORANTIN (LOIR ET CHER)	SM	STATION METEOROLOGIQUE BASE AERIENNE 273 41200 ROMORANTIN LANTHENAY AIR	BASE = 54.76.04.60 POSTE 2217 CHEF 2204 RTA DEP 36.65.02.41
ROUEN (SEINE MARITIME)	CDM CDPT	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE ROUEN-BOOS 76520 BOOS	35.79.00.50 RTA REG 36.65.00.00 NAT 36.65.01.01 DEP 36.65.02.76 MON 36.65.04.04 MAR 36.65.08.08 TCP 35.79.06.47
SAINTE AUBAN/DURANCE (ALPES HTE PROVENCE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE CHATEAU ARNOUX 04600 ST AUBAN SUR DURANCE	92.64.17.33 RTA DEP 36.65.02.04 VOL A VOILE 92.64.90.55 TCP 92.64.36.56
SAINTE BRIEUC (COTES D'ARMOR)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AEROPORT DE ST BRIEUC-ARMOR TREMUSON 22440 PLOUFRAGAN	96.94.94.09 RTA DEP 36.65.02.22 TCP 96.94.99.24
SAINTE DIZIER (HAUTE MARNE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE AIR BASE AERIENNE 113 52113 ST DIZIER CEDEX	25.05.07.59 BASE = 25.05.91.34 POSTES = CHEF 2772 OBS 2217 PREVI 2614 RTA DEP 36.65.02.52

IMPLANTATION	CAT.	ADRESSE POSTALE	ADRESSE TELEPHONIQUE
SAINTE ETIENNE (LOIRE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE ST ETIENNE-BOUTHEON 42160 ANDREZIEUX BOUTHEON	77.36.54.25 RTA DEP 36.65.02.42
SAINTE GIRONES (ARIEGE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE ST GIRONES-ANTICHAN 09190 ST LIZIER	61.66.16.11 RTA DEP 36.65.02.09 AGRI 61.66.44.40 MON 61.66.22.86
SAINTE MANDRIER (VAR)	SM	STATION METEOROLOGIQUE B.A.N. ST MANDRIER B.P. 316 83800 TOULON NAVAL	94.24.91.00 POSTE 28266 RTA DEP 36.65.02.83
SAINTE NAZAIRE (LOIRE ATLANTIQUE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE AERODROME DE ST NAZAIRE-MONTOIR 44550 MONTOIR DE BRETAGNE	40.90.00.80 RTA DEP 36.65.02.44
SAINTE QUENTIN (AISNE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE ST QUENTIN-ROUPY 02590 ROUPY	23.68.79.28 RTA DEP 23.68.84.33
SAINTE RAPHAEL (VAR)	SM	STATION METEOROLOGIQUE B.A.N. FREJUS ST RAPHAEL 83700 FREJUS ST RAPHAEL	94.53.03.83 BASE = 94.51.00.23 POSTE 215/216 RTA DEP 36.65.02.83
SAINTE YAN (SAONE ET LOIRE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE AERODROME DE ST YAN 71600 PARAY LE MONIAL	85.84.91.56 RTA DEP 36.65.02.71 AGRI 36.65.02.71
SALON (BOUCHES DU RHONE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE B.A. 701 SALON-AIR 13661 SALON DE PROVENCE CEDEX	90.42.13.78 BASE = 90.53.90.90 POSTES = CHEF 2068 OBS 2268 PREVI 2168 RTA DEP 36.65.02.13
SATORY (YVELINES)	SM	CELLULE METEOROLOGIQUE EXPERIMENTALE STAT/PART 2 ROUTE DE LA MINIERE 78013 VERSAILLES CEDEX	(1)39.02.11.67/39.53.92.35 POSTES 2964/2970 RTA DEP 36.65.02.78
SOLENZARA (HAUTE CORSE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE BASE AERIENNE 126 20223 SOLENZARA AIR	BASE = 95.57.81.45 POSTES = CHEF 2205 OBS 2168 RTA DEP 36.65.02.20
STRASBOURG (BAS RHIN)	SMIR/D	SERVICE METEOROLOGIQUE INTERREGIONAL NORD-EST AERODROME D'ENTZHEIM 67960 ENTZHEIM	88.78.23.23 RTA DEP 36.65.02.67
STRASBOURG (BAS RHIN)	SMIR/T	SERVICE METEOROLOGIQUE INTERREGIONAL NORD-EST AERODROME D'ENTZHEIM 67960 ENTZHEIM	88.78.23.23 RTA DEP 36.65.02.67 VFR 88.68.88.88 TCP 88.68.89.10
STRASBOURG-DMA (BAS RHIN)	SM	DETACHEMENT METEOROLOGIQUE AIR M.O. 05/124 BASE AERIENNE 124 67072 STRASBOURG AIR	88.78.23.23 POSTE 139 BASE = 88.78.08.56 POSTES = CHEF 2772 PREVI 2614 OBS 2217 RTA DEP 36.65.02.67

IMPLANTATION	CAT.	ADRESSE POSTALE	ADRESSE TELEPHONIQUE
TAVERNY (VAL D'OISE)	SM	CENTRE METEOROLOGIQUE AIR 75/921 BASE AERIENNE 921 95155 TAVERNY CEDEX	BASE = (1)39.89.90.10 POSTES = CHEF 2772 PREVI 2475 RTA DEP 36.65.02.95
TOUL (MEURTHE ET MOSELLE)	SM	DETACHEMENT METEOROLOGIQUE AIR BASE AERIENNE 136 B.P. 301 54207 TOUL CEDEX	BASE = 83.24.54.45 POSTES = CHEF 2772 OBS 2217 PREVI 2614 RTA DEP 36.65.02.54
TOULON (VAR)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE 449 AVENUE DE LA MITRE 83000 TOULON	94.36.01.15 RTA DEP 36.65.02.83 AGRI 94.46.54.51 TCP 94.03.29.37
TOULON-CEM ILE DU LEVANT (VAR)	SM	STATION METEOROLOGIQUE BASE PRINCIPALE DU LEVANT 83800 TOULON-NAVAL	94.64.52.19 MER 94.64.50.00 AERO 94.64.50.46 OBS 94.64.51.50 RTA DEP 36.65.02.83
TOULON(PREF.MARITIME) (VAR)	SM	BUREAU METEOROLOGIQUE PREFECTURE MARITIME 83800 TOULON-NAVAL	94.02.01.60 ARSENAL 94.24.91.00 RTA DEP 36.65.02.83
TOULOUSE (HAUTE GARONNE)	CDM CDPT	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AEROPORT DE TOULOUSE-BLAGNAC 31700 BLAGNAC	61.71.11.32 RTA REG 36.65.00.00 NAT 36.65.01.01 DEP 36.65.02.31 MON 36.65.04.04 MAR 36.65.08.08 TCP 61.71.11.32 POSTE 28
TOULOUSE-EERM (HAUTE GARONNE)	EERM	CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES METEOROLOGIQUES EERM-CNRM 42 AVENUE CORIOLIS 31057 TOULOUSE CEDEX	61.07.90.90 RTA DEP 36.65.02.31 TCP 61.07.96.00
TOULOUSE-ENM (HAUTE GARONNE)	ENM	ECOLE NATIONALE DE LA METEOROLOGIE 42 AVENUE CORIOLIS 31057 TOULOUSE CEDEX	61.07.90.90 RTA DEP 36.65.02.31
TOULOUSE-FRANCAZAL (HAUTE GARONNE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE BASE AERIENNE 101 31998 TOULOUSE ARMEES	BASE = 61.07.62.35 POSTES = CHEF 2772 PREVI 2614 RTA DEP 36.65.02.31
TOURS-CDM (INDRE ET LOIRE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE RUE DE CHIZAY 37210 PARCAY-MESLAY	47.54.51.45/47.54.48.82 RTA DEP 36.65.02.37
TOURS-SMA (INDRE ET LOIRE)	SM	STATION METEOROLOGIQUE AIR M.O. 05/705 BASE AERIENNE 705 37031 TOURS CEDEX	BASE = 47.54.02.81 POSTES = CHEF 2772 OBS 2217 PREVI 2614 RTA DEP 36.65.02.37
TOUSSUS LE NOBLE (YVELLINES)	SM	STATION METEOROLOGIQUE AERODROME DE TOUSSUS LE NOBLE 78117 CHATEAUFORT	(1)39.56.21.43 RTA DEP 36.65.02.78
TRAPPES (YVELLINES)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE 3 RUE TEISSERENC DE BORT 78190 TRAPPES	(1)30.65.00.29 RTA DEP 36.65.02.78 TCP (1)34.82.80.78

IMPLANTATION	CAT.	ADRESSE POSTALE	ADRESSE TELEPHONIQUE
TRAPPES-SETIM (YVELINES)	SETIM	SERVICE DES EQUIPEMENTS ET TECHNIQUES INSTRUMENTALES DE LA METEOROLOGIE 7 RUE TEISSERENC DE BORT B.P. 202 78195 TRAPPES CEDEX	(1)30.51.27.90 RTA DEP 36.65.02.78
TROYES (AUBE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE TROYES-BARBEREY 10600 LA CHAPELLE ST-LUC	25.74.68.86 RTA DEP 36.65.02.10 TCP 25.79.23.34
VANNES (MORBIHAN)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE 31 RUE THIERS B.P. 244 56007 VANNES CEDEX	97.42.48.82 RTA DEP 36.65.02.56 MAR 36.65.08.56 TCP 97.54.12.87
VESOUL (HAUTE SAONE)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE 5 BIS COURS FRANCOIS VILLON 70000 VESOUL	84.76.09.78 RTA DEP 36.65.02.70
VICHY (ALLIER)	CDM	CENTRE DEPARTEMENTAL DE LA METEOROLOGIE AERODROME DE VICHY-CHARMEIL 03110 ESCUROLLES CEDEX 449	70.32.34.24 RTA DEP 36.65.02.03 TCP 70.97.62.52
VILLACOUBLAY (YVELINES)	SM	STATION METEOROLOGIQUE BASE AERIENNE 107 78129 VILLACOUBLAY AIR	CHEF (1)46.32.26.16 PREVI (1)46.32.29.98 BASE (1)46.30.23.88 POSTES = 2326/2666 RTA DEP 36.65.02.78
VILLENEUVE D'ASCQ (NORD)	SMIR/D COPT	SERVICE METEOROLOGIQUE INTERREGIONAL NORD 18 RUE ELISEE RECLUS B.P. 7 59650 VILLENEUVE D'ASCQ	20.67.66.10 RTA DEP 36.65.02.59 TCP 20.67.66.16
VILLENEUVE D'ASCQ (NORD)	SMIR/T	SERVICE METEOROLOGIQUE INTERREGIONAL NORD 18 RUE ELISEE RECLUS B.P. 7 59650 VILLENEUVE D'ASCQ	20.47.20.20 RTA.REG 36.65.00.00 NAT 36.65.01.01 DEP 36.65.02.59 MON 36.65.04.04 MAR 36.65.08.08

IMPLANTATION	CAT.	ADRESSE POSTALE	ADRESSE TELEPHONIQUE
FORT DE FRANCE (MARTINIQUE)	SMIR	SERVICE METEOROLOGIQUE INTERREGIONAL ANTILLES-GUYANE B.P. 645 97262 FORT DE FRANCE CEDEX	(19.596) 63.36.71 RTA 51.06.26/51.56.26
POINTE A PITRE (GUADELOUPE)	SMGD	SERVICE METEOROLOGIQUE DE LA GUADELOUPE B.P. 285 97158 POINTE A PITRE CEDEX	(19.590) 82.14.53 RTA 90.22.22 AGRI 90.39.39 MER 90.33.33
CAYENNE (GUYANE)	SMGY	SERVICE METEOROLOGIQUE DE GUYANE B.P. 6002 97306 CAYENNE CEDEX	(19.594) 31.11.91
STE CLOTILDE (LA REUNION)	SMRE	SERVICE METEOROLOGIQUE REGIONAL DE LA REUNION B.P. 4 97490 SAINTE CLOTILDE	(19.262) 28.01.23 RTA 99.85.00
DZAOUDZI (MAYOTTE)	SMYD	SERVICE METEOROLOGIQUE DE LA COLLECTIVITE TERRITORIALE DE MAYOTTE B.P. 24 97610 DZAOUDZI	(19.33.269) 60.03.74 RTA 60.10.04
ST PIERRE (ST PIERRE ET MIQUELON)	SMSP	SERVICE METEOROLOGIQUE DEPARTEMENTAL BD. DE PORT EN BESSIN B.P. 4232 SAINT PIERRE 97500 SAINT PIERRE ET MIQUELON	(19.508) 41.24.02 CHEF 41.40.90 RTA 41.23.92
FAAA (POLYNESIE)	SMPF	SERVICE DE LA METEOROLOGIE B.P. 6005 FAAA AEROPORT POLYNESIE FRANCAISE	(19.689) 42.03.35 RTA 42.27.27/42.26.26 TCP 41.96.91
NOUMEA (Nlle CALEDONIE)	SMNC	SERVICE DE LA METEOROLOGIE B.P. 151 NOUMEA (NOUVELLE CALEDONIE)	(19.687) 27.30.04/27.39.81 RTA 27.29.53 TCP 27.42.95

ANNEXE III

**RESULTATS DE L'ENQUETE NATIONALE SUR
LES DESORDRES DES CONSTRUCTIONS PROVOQUES
PAR LA SECHERESSE**

ANNEXE III**RESULTATS DE L'ENQUETE NATIONALE SUR
LES DESORDRES DES CONSTRUCTIONS
PROVOQUES PAR LA SECHERESSE****1. OBJET DE L'ENQUETE**

L'enquête menée par le CEBTP avait pour objet de recueillir un maximum de données sur des désordres de bâtiments provoqués par la sécheresse des années 1988 à 1990.

Cette enquête s'inscrit dans le cadre de la méthodologie générale d'élaboration du Guide Pratique ; elle a fourni des indications précieuses sur la typologie des désordres attribués à la sécheresse, sur les facteurs déterminants ou aggravants dans l'apparition de ces désordres, ainsi que sur la manière dont ont été menées les expertises notamment en manière d'obtention des données de base. L'analyse des informations recueillies nous a ainsi permis de mettre au point la logique et le cheminement de la démarche de l'aide à l'expertise proposée par le Guide, de développer au maximum le contenu de chaque phase de la démarche et d'en apprécier les limites.

Plus de 2 000 questionnaires dont un exemplaire est indiqué par la figure 1, ont été envoyés à divers professionnels du bâtiment, laboratoires et agences du C.E.B.T.P., bureaux d'études et de contrôle, experts, assureurs, et entreprises, de l'ensemble des régions de France.

Trois cent quarante et une de ces enquêtes ont été retournées au CEBTP. Mais compte tenu du fait que ce questionnaire a été réalisé a priori, c'est-à-dire avant établissement de toute méthodologie de principe portant sur le diagnostic des désordres, et qu'il s'est voulu relativement exhaustif, il en est résulté une certaine complexité qui explique en partie que de nombreuses enquêtes aient été renvoyées incomplètes. Cependant l'ensemble fournit des renseignements cohérents et intéressants.



ENQUETE relative aux désordres attribués à la sécheresse

Date de l'enquête []

Nom et qualité de l'enquêteur :

1. OPERATION DE CONSTRUCTION

1.1. Commune et département :

1.2. Fonction

1.2.1. Voirie et Réseaux de Distribution V RD

1.2.2. Habitat individuel Nombre de maisons sinistrées []

1.2.3. Habitat collectif Nombre de niveaux [R +]

1.2.4. Autre :

1.3. Schéma dimensionnel approché et surface couverte du cas traité (voir cadre réservé au verso)

1.4. Dates de construction : début des travaux [] achèvement du G.O. []

1.5. Type de structure

Murs maçonneries

Murs maçonneries + chaînages

Ossatures BA + maçonneries

Nature du sous-bassement :

1.6. Type de fondation

Semelle continue non armée

Semelle continue armée

Semelles isolées

Puits ou pieux

1.7. Dates d'apparition des désordres [] et des réactivations éventuelles []

1.8. Type de plancher bas

lié isolé (des murs)

Terre plein avec dallage Terre plein sans dallage

Sous-sol avec dallage Sous-sol sans dallage

Plancher sur vide sanitaire

Sous-sol partiel*

*Préciser le type par schéma

1.9. Pour R + 0 nature du plancher haut :

2. RENSEIGNEMENTS SPECIFIQUES ET ENVIRONNEMENT

2.1. Profondeur du niveau de fondation

2.1.1. sous le sol extérieur [] 2.1.2. Sous le niveau du sol intérieur []

2.2. Profondeur de la nappe éventuelle []

2.3. Nature du sol de fondation

argile limon argileux sable argileux marnes autre

Sols naturels Remblais

Profondeur d'ancrage dans la couche d'assise de sol naturel []

2.4. Pente moyenne du terrain [] Pente locale []

2.5. Présence de végétation (arbres ou arbustes)

Essence :

hauteur [] distance [] âge []

3. TYPOLOGIE DES DESORDRES CONSTATES ET COMMENTAIRES

3.1. Fissurations Type(s) [] (se reporter aux schémas types ou donner schémas propres)

ouverture des fissures (largeur en mm) [] orientation []

décollement et désaffleurement du sous-bassement : Oui Non

alternances ouverture/fermeture : Oui Non

ouverture maximale []

3.2. Origine présumée des désordres et explication :

DESORDRES ANTERIEURS ET REPARATIONS REALISEES

4.1. Le bâtiment a-t-il déjà subi des désordres antérieurs ? Oui Non

Le bâtiment a-t-il déjà été l'objet de réparations ? Oui Non

A quelle date ? [] Coût des travaux :

4.2. Réparation par reprise en sous oeuvre OUI NON

traditionnelle par plots par micropieux

traditionnelle par semelles continues autres (.....)

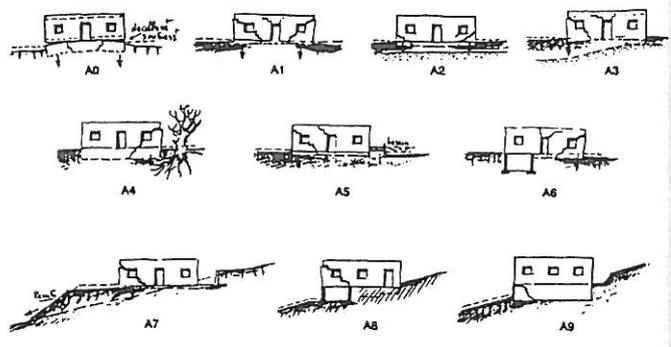
4.3. Réparation par renforcement de la structure

N.B. : Merci de répondre au questionnaire même de façon incomplète

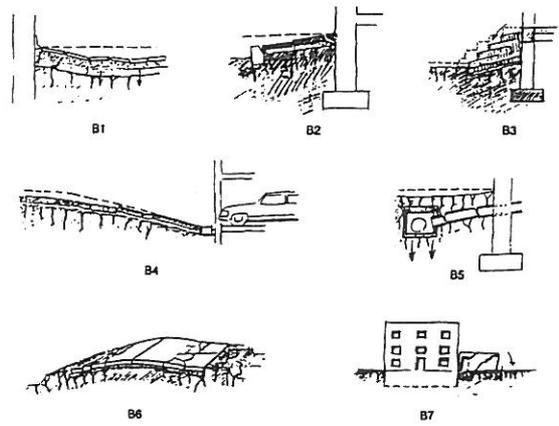
TYPOLOGIE DES FISSURATIONS

Les schémas ci-dessous sont donnés à titre indicatif. D'autres cas de figures peuvent être précisés au verso de l'enquête.

A - Désordres structureux



B - Désordres des aménagements extérieurs au bâtiment



Légende explicative des schémas types

Terrain plat	A0	Fondation superficielle sur sol argileux indéfini avec décollement du sous-bassement
	A1	Fondation superficielle sur sol argileux indéfini
	A2	Fondation superficielle sur sol argileux d'épaisseur limitée
	A3	Fondation superficielle sur sol argileux d'épaisseur variable
	A4	Fondation sur sol argileux avec proximité d'arbres
	A5	Fondation superficielle sur sol argileux localement protégé
	A6	Fondation sur sol argileux avec sous sol partiel
Terrain en pente	A7	Fondation partielle sur remblai/déblai argileux
	A8	Fondation sur sol argileux avec demi sous sol
	A9	Fondation sur sol argileux à profondeur variable
	B1	Dallage intérieur
	B2	Trottoir extérieur
	B3	Escalier d'accès extérieur
	B4	Dallage d'accès garage
	B5	Raccordement de canalisation ossature vers collecteur
	B6	Voirie rigide sur sol argileux
	B7	Bâtiment annexe fondé superficiellement

figure 1 : Questionnaire envoyé aux professionnels du bâtiment

N.B. : Ce questionnaire réservait un emplacement pour des schémas et des croquis.

D'autre part, il a été possible avec l'aimable autorisation de l'Agence Qualité Construction, de disposer des résultats de l'enquête lancée auprès de son réseau d'experts, sous la responsabilité de Monsieur LOGEAIS, et dont les résultats ont paru dans la revue "Sycodès Informations n° 8" [1].

Les motivations de cette enquête étaient différentes de celles du CEBTP : il s'agissait d'établir un dossier afin de sensibiliser les instances compétentes sur l'absence de documents normatifs relatifs à la sécheresse et sur la justification d'une réglementation préventive en la matière sur les constructions, les terrains à risques et éventuellement les modes de réparation possibles. Mais la méthode d'investigation est fort semblable, bien que l'enquête ait été circonscrite à des experts et que le questionnaire soit plus simple. On a donc pu logiquement comparer les résultats des deux enquêtes.

Dans la première partie de cette annexe, l'exploitation de l'enquête menée par le CEBTP mettra en évidence certaines caractéristiques des constructions affectées par la sécheresse.

Dans la deuxième partie, la comparaison avec l'enquête de l'AQC permettra de confirmer certaines conclusions, et le cumul des échantillons des deux enquêtes donnera des résultats plus significatifs.

2. RESULTATS DE L'ENQUETE MENEES PAR LE CEBTP

2.1 Répartition de l'échantillonnage

L'ensemble des 341 fiches-enquêtes retournées au CEBTP concerne 412 cas de bâtiments répartis dans 52 départements français ; en effet, 14 des 341 fiches correspondaient à plusieurs bâtiments (de 2 à 15). Les 412 cas recensés se répartissent comme l'indique la figure 2.

Les régions les plus représentées dans cette enquête sont :

Poitou-Charentes	95 cas
Centre	92 cas
Ile-de-France	52 cas
Provence-Alpes-Côte d'Azur	33 cas
Aquitaine	32 cas
Midi-Pyrénées	28 cas
Pays-de-Loire	19 cas
Languedoc-Roussillon	18 cas.

La répartition géographique et la fréquence par région n'est pas exactement représentative de la répartition de l'ensemble des sinistres sur le territoire national, étant donné la variation du taux de réponse au questionnaire dans les diverses régions.

[1] SYCODES INFORMATIONS N° 8 - Décembre 1990 - Janvier Février 1991
Tassement de fondations dûs à la sécheresse
Louis LOGEAIS

Néanmoins, cette répartition par rapport aux régions sera étudiée plus en détail dans la partie suivante en la comparant avec celle de l'enquête "AQC" et celles des diverses communes classées CAT.NAT.

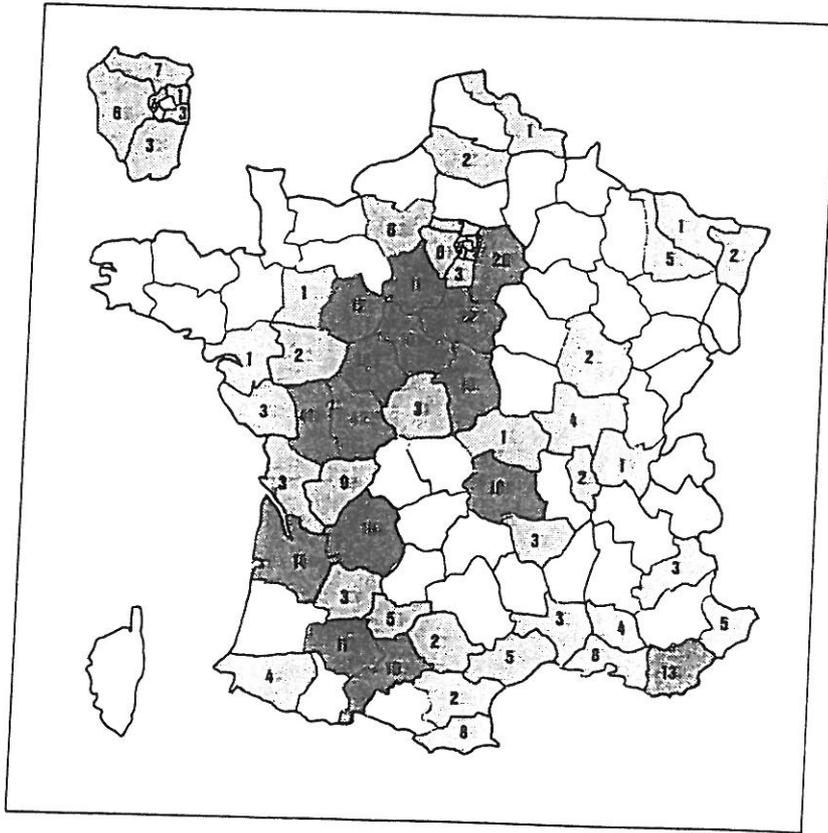


figure 2 : répartition géographique des 412 cas de l'enquête menée par le CEBTP

2.2. Nature des constructions sinistrées

387 des 412 bâtiments recensés soit 94 %, sont des maisons individuelles, ce qui constitue une écrasante majorité.

Parmi les 25 autres cas, on distingue :

4 bâtiments collectifs d'habitation

21 autres constructions non précisées (dont on peut penser après renseignement, qu'il s'agit essentiellement de maisons individuelles).

Pour 327 cas, le nombre de niveaux a été indiqué. Il se répartit comme suit :

rez-de-chaussée (R + 0)	173 cas	52,9 %	97,6%
rez-de-chaussée + 1 étage (R + 1)	146 cas	44,7 %	
rez-de-chaussée + 2 étages (R + 2)	4 cas	1,2 %	
rez-de-chaussée + 3 étages (R + 3)	3 cas	0,9 %	
rez-de-chaussée + 4 étages (R + 4)	1 cas	0,3 %	

Dans 48 cas un sous sol partiel a été signalé soit 11,6 % du nombre total de bâtiments.

Les maisons à rez-de-chaussée, ou à un étage, constituent donc une très large majorité. Il convient cependant de noter que 85 fiches ne comportaient aucune indication du nombre d'étage, mais que souvent l'absence d'indication signifie "R + 0", ce qui conduit à augmenter notablement la proportion des maisons à simple rez-de-chaussée à près de 60 %.

Dans la plupart des cas, il s'agit de constructions récentes, bien que des constructions plus anciennes soient également affectées :

constructions de moins de 10 ans	84 cas	37,7 %
constructions de 10 à 20 ans	82 cas	36,8 %
constructions de plus de 20 ans	57 cas	25,5 %

L'âge de la construction ayant été signalé seulement pour 223 cas.

2.3. Types de structure et de fondations

La figure 3 donne les pourcentages des différents types de structure pour 327 réponses.

La plus grande proportion correspond à des constructions en maçonnerie comportant un chaînage avec 59,1 % ; mais 30,8 % sont des constructions en maçonnerie sans chaînage. Cependant, signalons qu'il existe une ambiguïté quant à la définition du chaînage dans le questionnaire et par voie de conséquence, dans les réponses fournies, d'où cette proportion élevée. Il s'est donc avéré nécessaire de bien préciser cette notion de chaînage dans le guide.

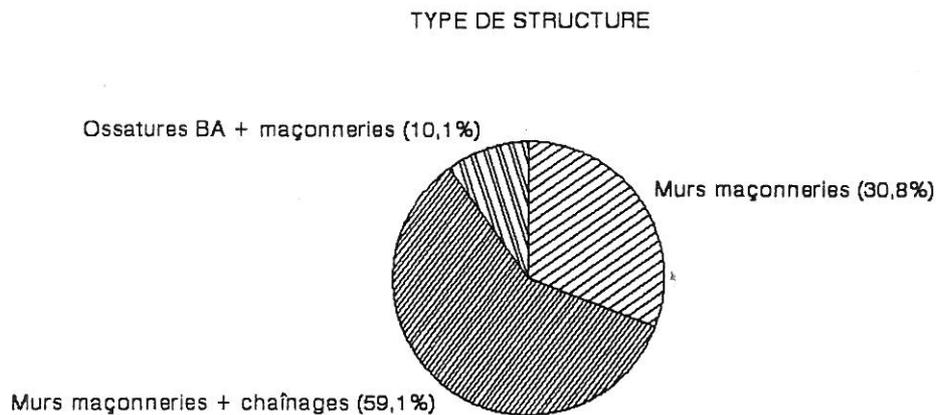


figure 3 : *diagramme sectoriel des différents types de structure (327 cas)*

Le soubassement, quand sa nature a été signalée (dans seulement 67 cas) est le plus souvent constitué de blocs (52 cas) et plus rarement, de béton banché (9 cas) voire de moellons (5 cas).

Type de fondation

Comme l'indique la figure 4, les fondations sont le plus fréquemment des semelles continues (94,1 % des 325 cas). Dans 61,2 % , il a été indiqué qu'il s'agissait de semelles continues armées.

Il existe toutefois un certain doute sur la fiabilité de ce chiffre et sur la qualité véritable de l'armature des semelles par des aciers : il arrive souvent que quelques "aciers de principe", ne résultant pas d'un calcul, soient mis en place dans le béton des semelles et que celles-ci soient alors improprement considérées comme armées.

Il est clair que les semelles peu armées incapables de résister à des efforts provoqués par des rétractions du sol d'assise doivent être assimilées à des semelles non armées.

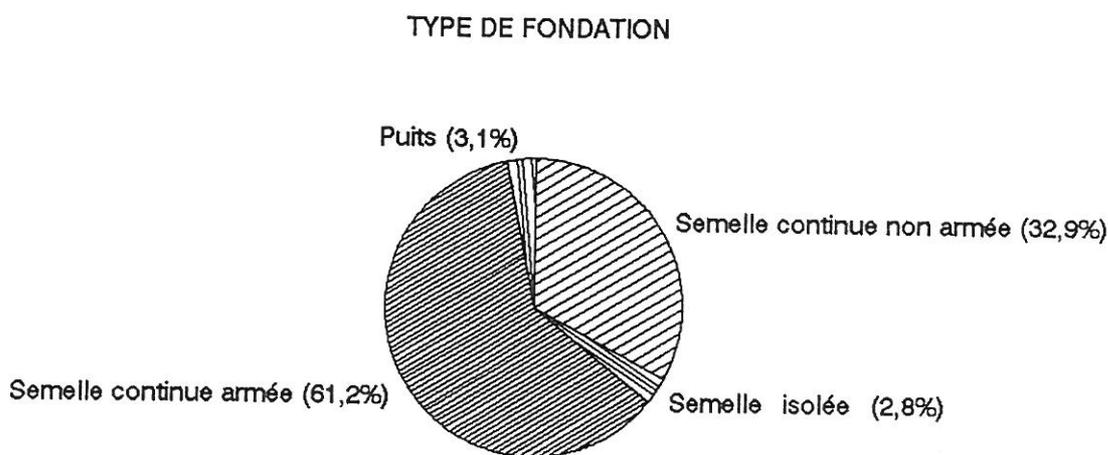


figure 4 : diagramme sectoriel des différents types de fondations (266 cas)

Type de plancher bas

Les divers types de planchers bas sont donnés par la figure 5.

- * Les dallages sur terre-plein constituent la plus grande part avec 61,6 % des cas : 218 cas sur 354.

La répartition entre dallages liés ou isolés des murs est à peu près de moitié :

96 cas	-	27,1 %	-	dallages sur terre-plein liés aux murs
122 cas	-	34,5 %	-	dallages sur terre-plein isolés des murs

viennent ensuite :

*	les planchers sur vide sanitaire	61 cas	17,2 %
*	les sous-sols avec dallage	59 cas	
	dont 36 cas liés aux murs		10,2 %
	23 cas isolés des murs		6,5 %
*	terre-plein sans dallage	8 cas	2,2 %
*	sous-sol sans dallage	8 cas	2,2 %

TYPE DE PLANCHER BAS

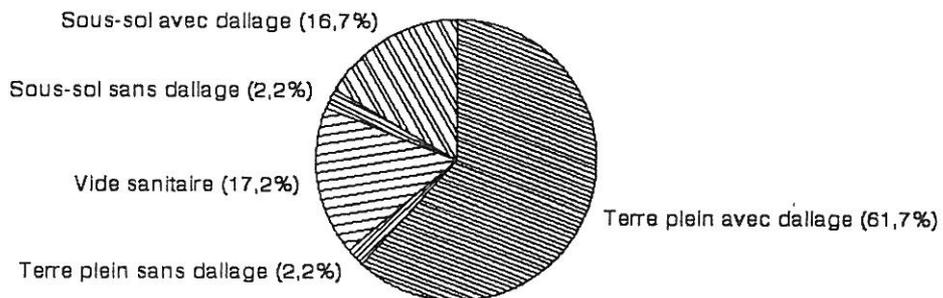


figure 5 : diagramme sectoriel des différents types de planchers bas (354 cas)

Peu d'informations ont été recueillies sur la nature du plancher haut dans le cas d'un rez-de-chaussée (R + 0).

Cependant sur 45 réponses, on distingue :

27 charpentes (17 désignation "bois", 10 "fermettes")
 7 planchers béton
 1 bac-acier.

Profondeur des fondations

Il est à noter que près de 60 % de réponses seulement ont été fournies à ce sujet. Il apparaît que pour 40 % des intervenants, cette donnée pourtant essentielle n'a pas été estimée suffisamment intéressante pour justifier un minimum d'investigation, et qu'elle a été purement et simplement négligée.

On a obtenu 225 indications sur les profondeurs des fondations par rapport au niveau du sol extérieur, et 87 par rapport au niveau du sol intérieur à la construction qui sont évidemment plus difficiles à évaluer.

Les moyennes sont respectivement de 0,9 m et de 0,8 m.

La figure 6 ainsi que la figure 7 montrent le nombre de cas en fonction de la profondeur par rapport au niveau du sol extérieur.

On notera en particulier que 68,4 % des 225 cas ont des profondeurs de fondation inférieures ou égales à 80 cm.

Les intervalles 40-60 cm et 60-80 cm sont les plus représentés avec respectivement 62 et 76 cas, totalisant ainsi plus de 60 % des cas.

PROFONDEUR DES FONDATIONS (225 cas)

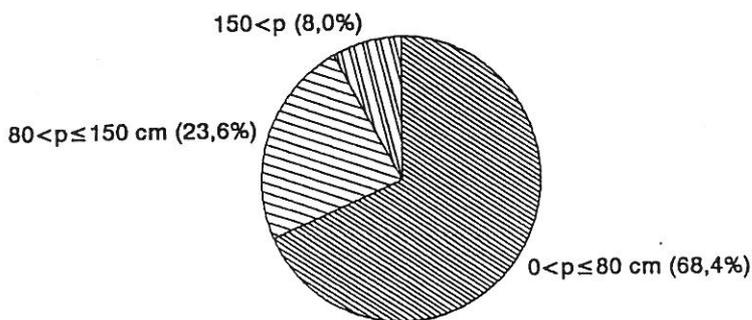


figure 6 : diagramme sectoriel

PROFONDEUR DES FONDATIONS (225 cas)

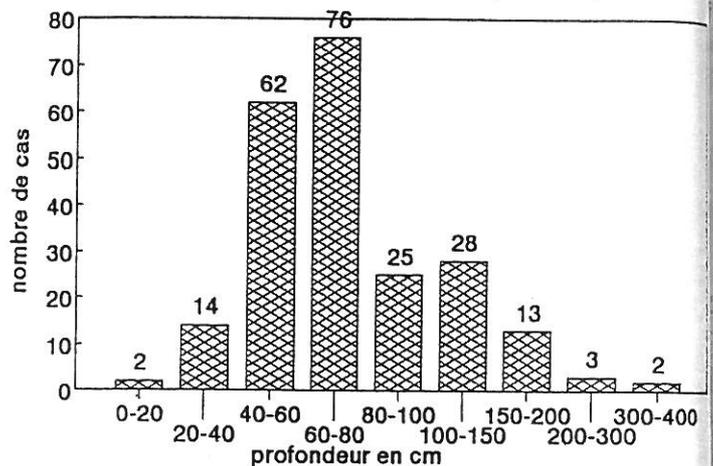


figure 7 : histogramme des profondeurs de fondation (225 cas)

On peut noter que l'enquête ne portait pas sur l'épaisseur de la couche de sol sensible sous la fondation. Cette donnée, très importante, a fait l'objet d'une question dans le Guide Pratique.

2.4. Nature et caractéristiques des sols de fondation

91 % des questionnaires ont répondu au sujet de la nature des sols ; si une très grande majorité des intervenants est bien consciente de l'importance fondamentale de cette donnée, près de 10 % cependant estiment qu'il est possible de s'en dispenser. Il est évident qu'un diagnostic fiable ne peut être établi que si l'on dispose de cette information.

355 bâtiments, soit 94,4 % des 376 cas ayant indiqué la nature du sol, sont fondés sur un sol argileux.

Il s'agit soit :

d'argile pure	249 cas	66,2 %] (sols fins sensibles)
ou de marne	33 cas	8,8 %	
de limon argileux	51 cas	13,6 %	
de sable argileux	22 cas	5,8 %	

Dans 9 cas, il s'agit d'un remblai d'apport argileux.

Remarquons qu'il existe une ambiguïté dans la dénomination sable argileux qui a pu résulter d'une erreur d'appréciation. Il peut s'agir en fait, d'une argile plus ou moins sableuse. Les 12 cas restants correspondent pour la plupart à des sols non homogènes sur toute l'étendue de la construction : blocs rocheux + argile, remblai + argile, etc... Pour ces cas particuliers, le caractère différentiel des mouvements de sol dus à la sécheresse sera d'autant plus accusé que les terrains ne sont pas homogènes.

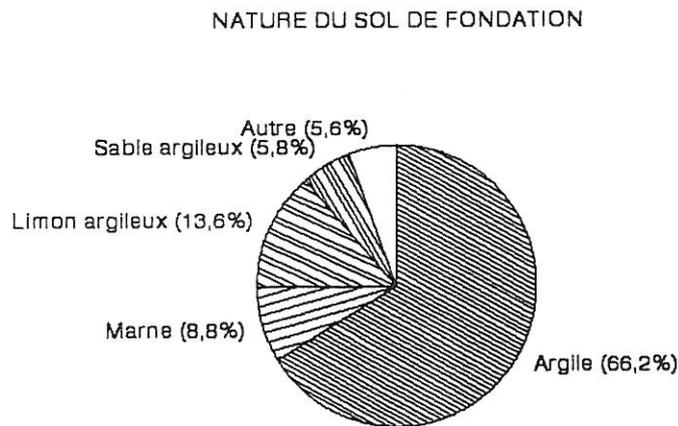


figure 8 : nature du sol de fondation (376 cas)

Pour 60 constructions, des essais de sol plus poussés ont été réalisés : essais oedométriques, mesures des limites d'Atterberg, de la teneur en eau, de la limite de retrait, du degré de saturation des argiles. L'ensemble des résultats communiqués sont rassemblés dans la figure 9.

On constate que dans 30 cas sur 43 cas où il a été procédé à des essais oedométriques (soit 70 %) on obtient un coefficient de gonflement C_g supérieur à 0,04; il s'agit là d'une caractéristique des sols "gonflants". Cependant, ce gonflement ne se produit effectivement que si la pression appliquée est inférieure à celle de gonflement, qui dépend de l'état de compacité du sol. Un sol compact, surconsolidé par surcharge ou par dessiccation aura une pression de gonflement beaucoup plus élevée qu'un sol lâche.

La plupart des valeurs du coefficient de compressibilité C_c sont comprises entre 0,1 et 0,2, ce qui correspond à des sols moyennement compressibles :

sols très peu compressibles	$C_c < 0,05$	2 cas
sols peu compressibles	$0,05 < C_c < 0,1$	4 cas
sols moyennement compressibles	$0,1 < C_c < 0,2$	19 cas
sols très compressibles	$0,2 < C_c$	4 cas

Les valeurs des indices de plasticité I_p caractérisent la nature argileuse.

sols très argileux très sensibles	$30 \% < I_p$	5 cas
sols moyennement argileux/modérément sensibles	$15 < I_p < 30 \%$	10 cas
sols peu argileux peu sensibles	$I_p < 15$	0 cas

Pour cinq cas on a pu calculer l'indice de consistance $I_c = \frac{WL - W_n}{I_p}$

On a obtenu :

3 cas de consistance ferme	$I_c > 1$
2 cas de consistance plastique	$0,5 < I_c < 1$
aucun cas de consistance très plastique	$I_c < 0,5$

Ces indices de consistance I_c correspondent à des sols ayant repris une certaine consistance après dessiccation et l'on doit s'interroger sur la fiabilité de la mesure de la teneur en eau naturelle W_n % ; celle-ci dépend de la profondeur et de l'emplacement du prélèvement de l'échantillon par rapport à la construction. Le guide se devait donc de définir les dispositions à prendre pour cette mesure.

D'autre part, on a pu placer 7 points représentatifs sur le diagramme de Casagrande (figure 10). Sur ce diagramme, extrait d'un article "les désordres dus à la présence de sols gonflants dans la région parisienne" [2], une zone des argiles gonflantes avait été délimitée à la suite de plusieurs essais (13) sur des sols gonflants. On remarque que six points se situent dans cette zone ; le 7ème se trouve dans le prolongement vers des argiles moins plastiques $I_p = 15$.

[2] *Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*
 N° 364 - Septembre 1978
Désordres dus à la présence de sols gonflants dans la Région parisienne
 Gérard PHILIPPONNAT

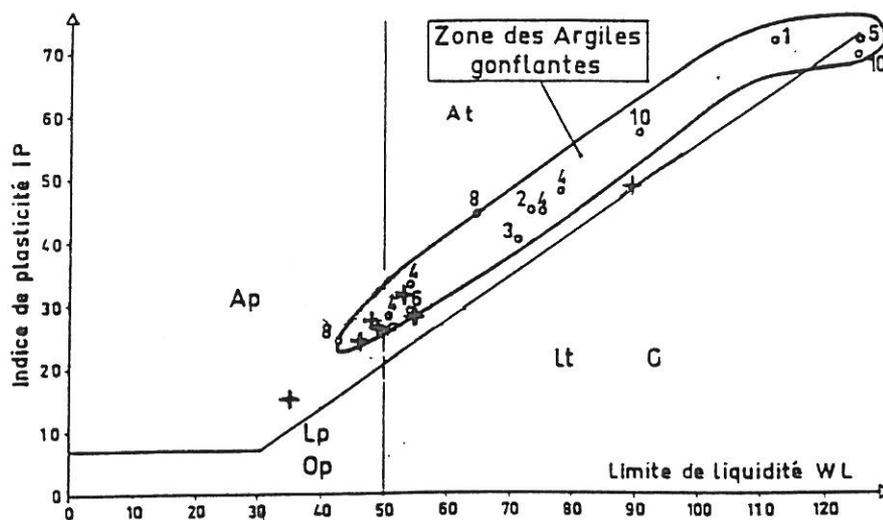


figure 10 : diagramme de Casagrande

2.5. Description de l'environnement

terrain en pente

99 fiches soit près du tiers du total des 341 fiches (29 %) signalent la présence d'un terrain pentu :

31 cas par des appréciations du type "Forte", "Légère" ou "Notable" qui se répartissent de la manière suivante :

pente forte	4 cas	12,9 %
pente notable	12 cas	38,7 %
pente légère	15 cas	48,4 %

68 cas par une évaluation du pourcentage de la pente :

> 20 %	11 cas	16,2 %
< 10 - 20 %	29 cas	42,6 %
< 10 %	28 cas	41,2 %

Présence de végétation

La présence de végétation a été remarquée à proximité de 70 constructions sinistrées (17 % des 412 constructions). Seuls les arbres ont été pris en compte, et les essences les plus représentées sont :

o les chênes	15 cas	21,4 %
o les peupliers	7 cas	10 %
o les saules	4 cas	5,9 %

viennent ensuite, les tilleuls, les cèdres, les cyprès, les bouleaux et les sapins avec 2 cas (2,9 %) et diverses espèces dont on ne peut dénombrer qu'un cas : pin, poirier, pommier, olivier, cerisier, eucalyptus...

Malgré la diversité des essences rencontrées, on peut néanmoins constater que les essences les plus représentées, chênes, peupliers, saules et tilleuls correspondent bien à celles qui ont été indiquées comme étant les plus agressives dans le tableau suivant cité dans un article de Sycodès Informations n° 10 [3] .

	chêne	peuplier	frêne	faux-acacia	marronnier	tilleul	saule	aubépine	hêtre	platane	pommier poirier	érable	cerisier prunier	bouleau	cyprès	sorbier cormier alisier	orme	iroène	rosier	buisson ardent
Hauteur maximale en zone urbaine (m)	16-23	25-28	14-23	18-20	12-25	16-24	15-25	10	20	25-30	8-12	10-24	6-12	12-14	15-25	8-12	17-25			
Distance maximale du désordre (m)	30	30	21	12,4	23	20	40	11,5	15	15	10	20	11	10	20	11	25			
Distance au-dessous de laquelle 50 % des désordres ont été constatés (m)	9,5	11	6	7	7,5	6	7	5	6	5,5	4	6	3	4	2,5	5	8			
% des désordres liés à l'essence considérée	11,5	8,7	7,5	3	3	8,2	5,7	4,6	1	11	5,7	8,3	6	2	3	2	2	0,8	0,7	0,35
% de l'essence dans la population	2,1	3	3	1,8	2,2	6,4	4,5	3,5	1	13,7	7,1	13,9	14,7	4,9	10	9,4				
coefficient d'agressivité*	5,5	2,9	2,5	1,7	1,4	1,3	1,3	1,3	1	0,8	0,8	0,6	0,4	0,4	0,3	0,2				

*Le coefficient d'agressivité est le rapport de % de désordres liés à l'essence sur le % de l'essence dans la population globale

figure 11 : coefficient d'agressivité des diverses essences

Dans 39 cas, on a pu calculer le rapport de la hauteur de l'arbre sur la distance par rapport à la construction.

- pour 36 cas : $h/d > 1$
- pour 3 cas : $h/d < 1$

La moyenne du rapport étant 1,88.

[3] SYCODES INFORMATIONS N° 10 - Juin-Août 1991
 La sécheresse et les désordres des fondations
 Michel JARRAULT et Patrick CHEVALIER (APAQ)
 Tableau extrait de l'ouvrage britannique "Tree, roots and building"

2.6. Typologie des désordres

dates d'apparition et de réactivation des désordres

Les désordres sont apparus pour une large majorité de cas (209 cas soit 83 % des cas où la date d'apparition des désordres a été indiquée) en 1989 et en 1990, et principalement pendant l'été :

apparition des désordres avant 1989 :	44 cas	17,4 %
apparition des désordres en 1989 :	132 cas	52,2 %
apparition des désordres en 1990 :	77 cas	30,4 %

253 cas

Il y a une certaine corrélation entre les dates d'apparition des désordres et les périodes de sécheresse.

Typologie des fissurations

La typologie des fissurations a pu être rapprochée pour 240 cas, d'un des 10 cas types de désordres structuraux ou de l'un des 6 cas types des désordres des aménagements extérieurs au bâtiment, proposés par le questionnaire.

La répartition des différents types est donnée par la figure 12. 17 cas proposent des configurations intermédiaires ou cumulative du type A0/A2 ou A9/B3...

* Les types A0, A1, A2, A3 de fondation superficielle sur sol argileux et terrain plat sont majoritaires :

- 150 cas 58 %.

* Viennent ensuite les constructions sur terrain en pente avec des désordres du type A7, A8 ou A9 :

- 59 cas 22,7 %

On remarque par ailleurs que pour 40 de ces cas la typologie indiquée correspond effectivement à une désignation de pente sur le questionnaire.

* Les constructions avec proximité d'arbres avec des désordres du type A4 :

- 16 cas 6,2 %

Ces 16 cas de désordres imputables directement à la présence d'arbres correspondent à 23 % des 70 cas où la végétation a été signalée.

- * Les constructions sur sol argileux avec sous-sol partiel et des désordres du type A6 :
 - 19 cas 5,8 %
 c'est-à-dire 31,2 % des 48 cas avec un sous-sol partiel.
- * Les désordres de type A5 dans le cas de ces fondations superficielles sur sol argileux localement protégé :
 - 3 cas 1,2 %

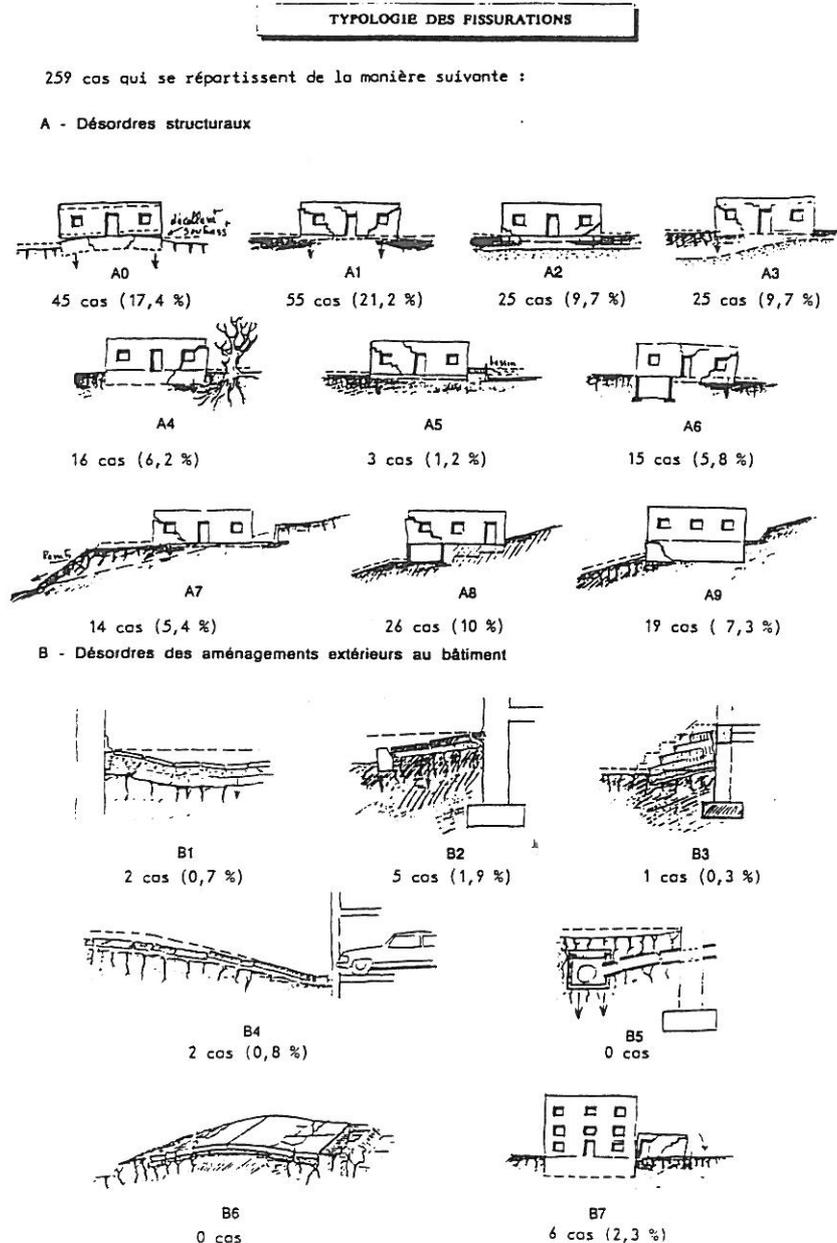


figure 12 : typologie des fissurations

D'autre part, dans 72 cas il a été constaté un décollement ou un désaffleurement du soubassement, et dans 88 cas, il y a alternance ouverture/fermeture des fissures.

Ouverture moyenne des fissures

La moyenne de l'ouverture des fissures est relativement élevée ; on obtient en effet les résultats suivants :

ouverture : 8,6 mm de moyenne pour 192 réponses
 ouverture maximale 15,3 mm de moyenne pour 52 réponses seulement.

En fait, étant donné le faible taux de réponse à la question "ouverture maximale", il semblerait qu'il y ait eu confusion entre "ouverture" qui exigeait une mesure moyenne, et "ouverture maximale" ; ce qui est confirmé si on compare les quelques chiffres communs d'"ouverture" et "d'ouverture maximale", on constate alors que les valeurs sont souvent identiques. Par ailleurs, seules les mesures de fissures de l'ordre de quelques mm se font simplement sans instruments spécifiques, ainsi les très faibles fissurations n'ont probablement jamais été prises en compte (seulement 4 valeurs inférieures à 1 mm). On peut donc estimer que la valeur de 8,6 mm est largement surestimée pour une valeur moyenne des ouvertures, et correspond plutôt à un maximum. La valeur moyenne de 3 mm du guide semble donc plus réaliste si on considère réellement une moyenne de l'ouverture des fissurations.

Cette confusion entre les valeurs extrêmes et moyennes des ouvertures des fissures incite à recommander l'emploi d'un fissuromètre type CEBTP pour mesurer et caractériser correctement la largeur des fissures.

Les orientations des fissures sont très diverses, horizontales (dans 60 cas), verticales (dans 49 cas) où à 45° (dans 43 cas), avec le plus souvent plusieurs types de fissurations simultanément ; horizontales + verticales, horizontales + verticales + 45°, horizontales + 45°, etc.

Dans tous les cas, où un affaissement de la dalle a été signalé, il était associé à une fissuration des murs extérieurs.

2.7. Les modes de réparation et leur coût

34 bâtiments avaient déjà l'objet de réparations, mais le coût total des travaux a été donné dans uniquement 4 cas :

reprise en sous-oeuvre par plots (en 1987)	71.000 F
reprise en sous-oeuvre par semelles continues en 1989	de 25.000 F à 30.000 F
reprise en sous-oeuvre par des plots (en 1976)	25.000 F

Pour 59 constructions, des réparations par reprises en sous-oeuvre ont été envisagées ; la figure 13 indique les différentes méthodes préconisées, les reprises en sous-oeuvre par plots (36 cas) ou par micropieux (18 cas) sont les plus utilisées.

Le nombre extrêmement faible de réponses portant sur les coûts de travaux (pourtant réalisés), est révélateur de la difficulté d'appréhender l'élément "prix". A fortiori, il doit être très malaisé d'effectuer des estimations avant travaux, surtout en pleine méconnaissance des conditions économiques locales.

PROPOSITIONS DE REPARATION (59 CAS)

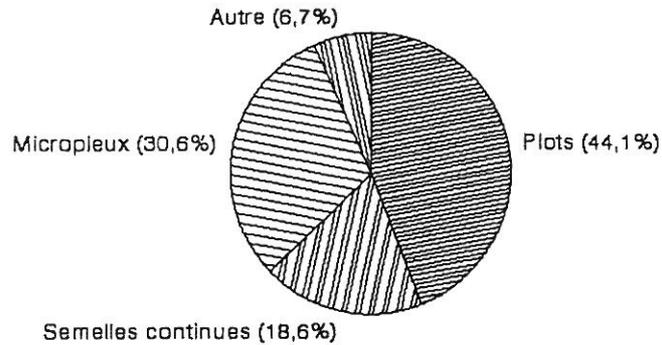


figure 13 : diagramme sectoriel des différents modes de réparation

On peut constater que parmi les 59 propositions de réparation recensées par l'enquête, 93 % sont des solutions "classiques", basées sur le confortement des fondations (notamment pour 75 % d'entre elles avec une recherche d'un nouveau niveau d'assise en profondeur). Aucune solution basée sur le principe de la rigidification de l'infrastructure ne semble pas avoir été retenue par les experts. De même qu'aucune solution de type "reprise de maçonnerie" ou "isolement par une géomembrane" n'a été envisagée.

L'ensemble des données recueillies par l'enquête CEBTP est résumé dans le tableau synthétique suivant.

N°	Origine	Commune	DPT	V	RD	HI	HC	Autre	Nb	R+	DATE				TYPE STRUCTURE			
											Début travaux	Fin G.O.	Désordres	Réactivité	Maçonnerie	Maçonnerie + Châchage	B.A. + Maçonnerie	Sous-sol
NOMBRE DE REPONSES PAR QUESTION :			341	0	0	309	4	21	309	275	231	135	254	104	78	133	26	67
NOMBRE DE CAS :			412							BATIMENTS DE PLUS DE 10 ANS :				139				
NOMBRE DE MAISONS INDIVIDUELLES :			367							BATIMENTS DE MOINS DE 10 ANS :				84				
HABITATS COLLECTIFS :			4							APPARITION DES DESORDRES :				276 cas				
AUTRE :			21							avant 89 :				44				
			R+0 : 173							en 1989 :				132				
			R+1 : 146							en 1990 :				77				
			R+2 : 4							été 89 :				47 cas				
			R+3 : 3							REACTIVATION :								
			R+4 : 1							avant 89 :				4				
			(SUR 327 CAS)							en 1989 :				22				
										en 1990 :				91				
										été 89 :				4 cas				
										été 90 :				38 cas				

TYPE FONDATION						PLANCHER BAS								PLANCHER HAUT	PROFONDEUR		PROFONDEUR NAPPE		
Semelle continue N.A.	Semelle continue A.	Semelle isolée	Puits	Pieux		TP + Dallage		T.P sans dallage		vide sanitaire		Sous-sol + dallage			Sous-sol sans dallage	Sous-sol partiel		Sol extérieur	Sol intérieur
78	169	9	10	0		82	87	6	52	34	17	8	48	45	225	87	34		
107	199	9	10	0		96	122	8	61	36	23	8	48	48	225	87	34		
325 cas						354 cas								bois : 17		moyennes (en m) : 0,9			
														termettes : 10		(en m) : 0,8			
32,9%						34,5%								poutre/hourde : 10					
51,2%						2,2%								béton : 7					
2,8%						17,2%								bois acier : 1					
9,1%						10,2%													
0,0%						6,5%													

NATUREL					REMBLAIS					ANCRAGE DANS SOL NATUREL	PENTE		VEGETATION				
argile	limon argileux	sable argileux	marne	autre	argile	limon argileux	sable argileux	marne	autre		Moyenne	Locale	Nature	Hauteur	Distance	Age	
191	37	21	33	9	7	2	0	0	3	108	60	106	9	70	43	60	29
376 cas										Moyenne : 0,43 m		Notable : 12	moyennes : 8,5 m / 5 m / 21 ans				
												Fort : 4					
												Légère : 15					
66,2%												< 10% : 28 cas	Chênes : 15 cas				
13,6%												10-20% : 29 cas	Peupliers : 7 cas				
5,8%												20% ≤ : 11 cas	Saules : 4 cas				
8,8%												Total : 68 cas	Cèdres : 2 cas				
2,4%													Cyprès : 2 cas				
1,9%													Boulaux : 2 cas				
0,5%													Sapins : 2 cas				
0,0%													etc				
0,0%																	
0,8%																	

FISSURATION							DESORDRES ANTERIEURS ET REPARATIONS REALISEES																
Type	Ouverture (mm)	Orientation	Décollement		Altération		Ouverture maxi (mm)	Désordres		Réparations				Reprise en sous-oeuvre						Renforcement structure			
			O	N	Oui	Non		Oui	Non	Date	Coût	Oui	Non	Totale	Parallele	Perp	Semelles	Micropieux	Autre				
240	192	115	72	61	88	33	62	28	81	34	76	27	4	59	8	15	34	26	11	18	4	20	
MOYENNE (en mm) : 8,58							15,3 (en mm)							Total : 151000 F									
														Moyenne : 3750 F									
																				44,1%			
																				18,8%			
																				30,6%			
																				5,7%			

figure 14 : tableau récapitulatif de l'enquête CEBTP

3. PRISE EN COMPTE DE RESULTATS SUPPLEMENTAIRES ENQUETE "AQC"

L'enquête réalisée par l'Agence Qualité Construction concernait 356 bâtiments affectés de désordres dus à la sécheresse. Nous nous proposons de reprendre les résultats principaux de cette enquête, de les comparer avec les conclusions de l'enquête menée par le CEBTP, et d'obtenir ainsi des résultats plus significatifs portant sur un échantillonnage plus large de 412 cas (CEBTP) + 356 cas (AQC), soit 768 cas.

3.1. Répartition géographique des bâtiments sinistrés et des communes CAT.NAT

La répartition géographique des 356 cas de l'enquête "AQC" est donnée par la figure 15. On constate qu'il y a adéquation avec la répartition de l'enquête CEBTP dans une large mesure. Les régions les plus sinistrées sont :

- le Sud-Ouest (région Aquitaine et Midi-Pyrénées)
- le Sud-Est (région Languedoc-Roussillon - Provence-Alpes - Côte d'Azur)
- la région du Centre.

Mais, pour des raisons ignorées, on ne trouve aucun cas dans la région Poitou-Charente, alors qu'au contraire l'enquête CEBTP relevait 95 cas dans cette région.

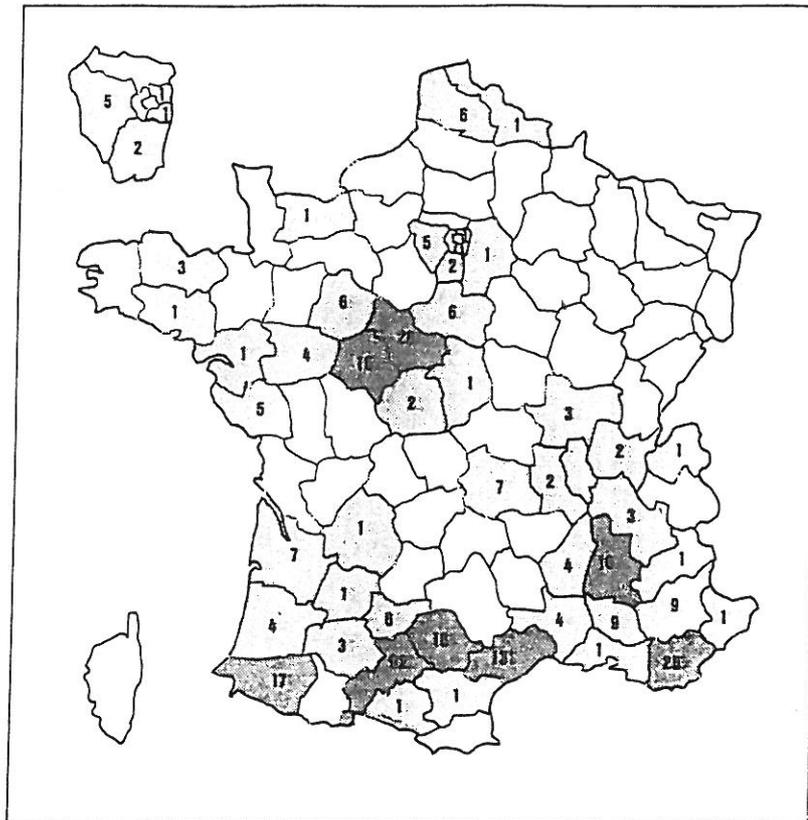


figure 15 : répartition géographique des 356 cas de l'enquête AQC

La carte de la figure 16 qui cumule les 768 cas est la plus représentative. Outre les régions citées plus haut, on constate un certain nombre de cas répartis dans les régions suivantes :

- Les Pays de Loire (35 cas)
- Le Nord (10 cas)
- l'Est (7 cas)
- l'Auvergne (29 cas)
- La région Rhône-Alpes (31 cas)
- La Bourgogne (9 cas).

Cette répartition des constructions affectées de désordres, peut être rapprochée de la répartition des communes sinistrées et classées CAT. NAT au 23/04/91 et des communes dont le cas est actuellement examiné (figure 17). Ces communes ont fait l'objet pour 471 d'entre elles d'un arrêté officiel de "constatation de l'état de catastrophe naturelle" et sont déclarées "victimes de mouvements de terrains consécutifs à la sécheresse qui a pu être à l'origine dans les constructions de fissures en façade ou d'affaissement en sous-oeuvre". Les dossiers de 838 communes supplémentaires sont actuellement en cours d'instruction.

On remarque que pour la plupart des régions, la corrélation avec la répartition des bâtiments sinistrés, est correcte, excepté pour la région Nord-Pas-de-Calais où l'on dénombre déjà 129 communes sinistrées, alors que seulement 10 constructions ont été recensées par les enquêtes CEBPT et AQC.

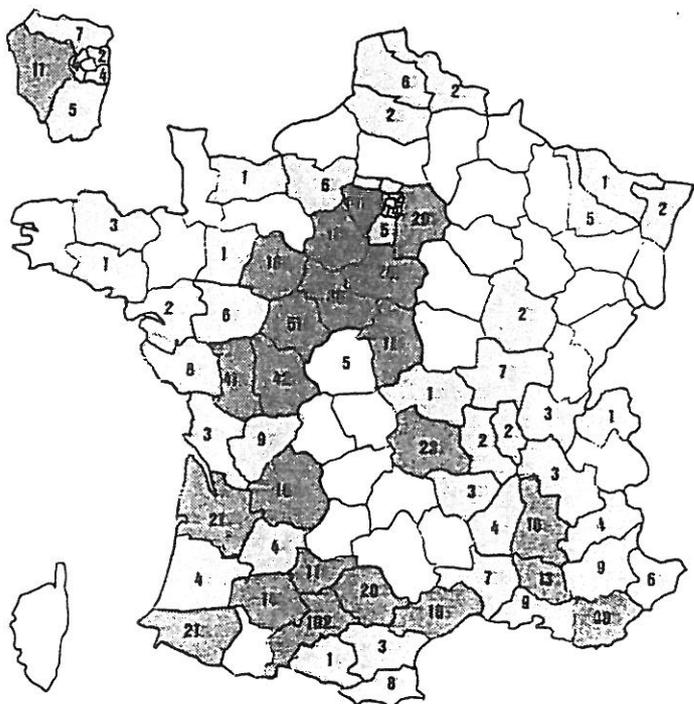


figure 16 :
répartition géographique des 768 cas
412 CEBTP + 358 AQC

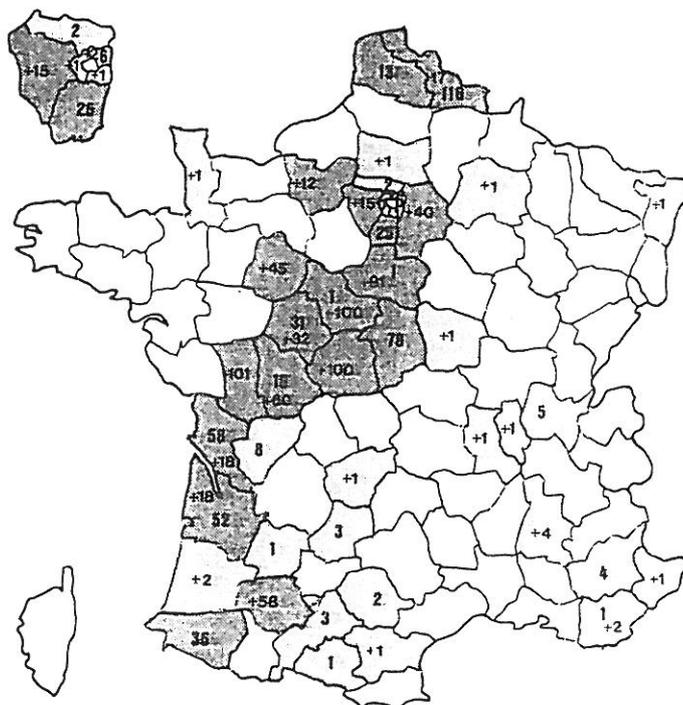


figure 17 :
répartition géographique des communes
sinistrées : 471 sinistrées officiellement
au 23/04/91, 838 communes en attente

3.2. Nature des constructions sinistrées

Les 356 bâtiments recensés par l'enquête "AQC" se répartissent de la manière suivante :

- 340 maisons individuelles
- 1 bâtiment collectif d'habitation
- 15 autres constructions

Pour 138 cas des maisons individuelles recensées, le nombre de niveau a été indiqué :

- 102 (R + 0)
- 31 (R + 1)
- 5 (R + 2)
- 1 (R + 4) (habitat collectif)

D'autre part, il est signalé que les niveaux non précisés dans 202 cas par les experts sont à classer parmi les "R + 0" ; l'absence de renseignements signifiait la plupart du temps "R + 0".

Si on cumule les 2 enquêtes, on obtient alors :

-	275 (R + 0)	59,6 %	(+ 202 cas)	71,9 %
-	172 (R + 1)	37,3 %	(+ 202 cas)	25,9 %
-	9 (R + 2)	1,9 %	(+ 202 cas)	1,4 %
-	3 (R + 3)	0,7 %	(+ 202 cas)	0,9 %
-	2 (R + 4)	0,4 %	(+ 202 cas)	0,3 %

Total 461 cas

Total 663 cas

La grande majorité des bâtiments sinistrés est donc constituée de maisons individuelles à simple rez-de-chaussée (60 % des cas ou 72 % si on compte les cas sans réponse de l'enquête AQC).

3.3. Type de structure et de fondation

Type de planchers bas

Le type de planchers bas est donné par le tableau qui suit :

Types de planchers bas	enquête AQC		enquête CEBTP		résultats cumulés	
vide sanitaire	63	18,8 %	61	17,2 %	124	18 %
sous-sol avec dallage	19	5,7 %	59	16,6 %	78	11,3 %
sous-sol sans dallage	0	0 %	8	2,3 %	8	1,1 %
dallage sur terre plein	253	75,5 %	218	61,6 %	471	68,4 %
terre plein sans dallage	0	0	8	2,3 %	8	1,2 %
Total	335	100 %	354	100 %	689	100 %

figure 18 : type de planchers bas (689 cas)

Les dallages sur terre-plein sont donc largement majoritaires avec 68,4 % des cas.

Etant donné des statistiques récentes qui estiment à 35 % la proportion sur le marché des maisons avec dallage sur terre-plein [1], on peut donc conclure qu'avec 68,4 % des cas de désordres, ce type de construction est particulièrement sensible en ce qui concerne la sécheresse.

Profondeur des fondations

Les profondeurs des fondations sont données pour 326 cas de l'enquête "AQC". Ces cas se répartissent de la manière suivante :

PROFONDEUR DES FONDATIONS (326 cas)

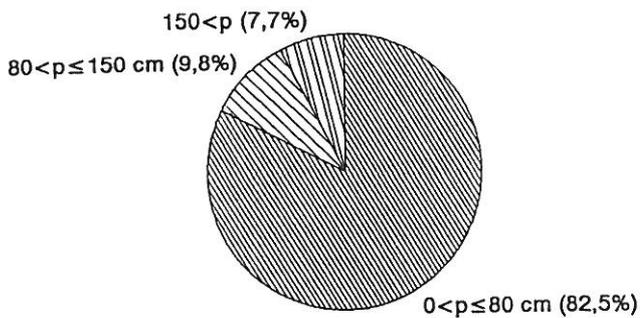


figure 19 :

diagramme sectoriel des
profondeurs des fondations
(326 cas AQC)

PROFONDEUR DES FONDATIONS (326 cas)

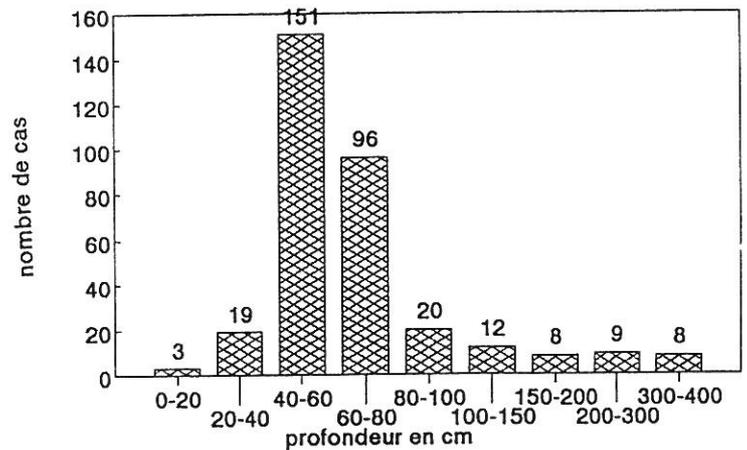


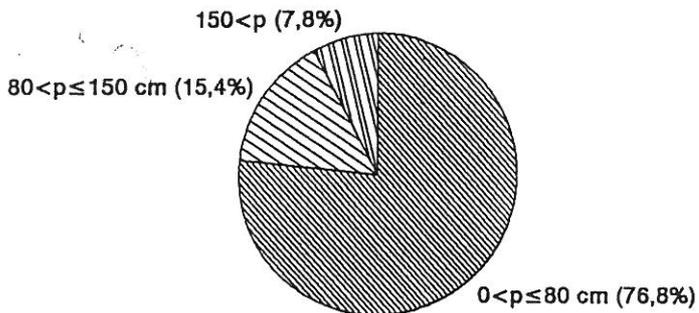
figure 20 :

histogramme des profondeurs
des fondations
(326 cas AQC)

Nous obtenons des profondeurs de fondations tout à fait comparables à celles données par les figures 6 et 7 de l'enquête CEBTP, c'est-à-dire en particulier avec une large majorité de fondations d'une profondeur de 40 à 80 cm.

Le cumul des 551 cas donnent les proportions indiquées par les figures 21 et 22 :

PROFONDEUR DES FONDATIONS (551 cas)



PROFONDEUR DES FONDATIONS (551 cas)

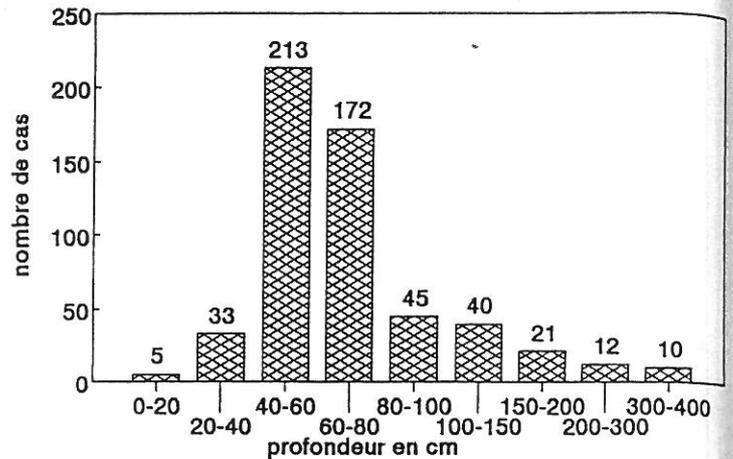


figure 21 :
diagramme sectoriel des
profondeurs des fondations
(326 cas AQC) + (225 cas CEBTP)

figure 22 :
histogramme des profondeurs
des fondations
(326 cas AQC) + (225 cas CEBTP)

proportion des fondations comprises entre 40 et 80 cm de profondeur :

$$213 + 172 = 385 \text{ cas soit } \underline{70 \%}.$$

3.4. Nature du sol de fondation

Pour 352 constructions sur 356 recensées par l'enquête AQC le sol de fondation est argileux ; il s'agit d'argile pure, de marne, ou de limons argileux.

Ce qui porte à 707 (355 cas CEBTP + 352 cas AQC) le nombre de constructions sur sol argileux sur un total de 732 cas où la nature du sol est indiquée,

soit : 96,6 % de sols reconnus comme étant argileux

3.5. Modes de réparation et leur coût

De ce point de vue, l'enquête menée par l'AQC apporte certains éléments nouveaux et intéressants.

Les modes de réparation sont indiqués par la figure 23.

Dans 80 % des cas, les experts ont décidé de faire effectuer une reprise en sous-oeuvre. Sur les 282 cas de l'enquête AQC où la technique est précisée, deux types de solutions se détachent : il s'agit des reprises par plots (103 cas) et des micropieux (96 cas), ce qui est confirmé par les quelques cas (59) de l'enquête CEBTP.

Types de reprise en sous oeuvre	enquête AQC		enquête CEBTP		résultats cumulés	
	nombre	pourcentage	nombre	pourcentage	nombre	pourcentage
plots	103	36,6 %	26	44,1 %	129	37,8 %
semelles continues	39	13,8 %	11	18,6 %	50	14,7 %
micropieux	96	34 %	18	30,6 %	114	33,5 %
injection sous dallage	36	12,8 %	0	0 %	36	10,5 %
techniques diverses	8	2,8 %	4	6,7 %	12	3,5 %
Total	282	100 %	59	100 %	341	100 %

figure 23 : reprise en sous-oeuvre

Le coût de réparation concernant 342 constructions (enquête AQC) s'élève à 31.927.400 F, soit un coût moyen par ouvrage de 93.355 F mais avec un écart de prix important, variant de 1.712 F à 500.000 F.

Dans le cas de reprise en sous-oeuvre, le coût est le plus grand avec une moyenne pour 282 cas de 100.872 F.

Pour les réparations sans reprise en sous-oeuvre (60 cas) le coût moyen est de 11.029 F.

Les 3 figures suivantes (24, 25 et 26) donnent les coûts des travaux en fonction de la nature des réparations :

Nature de la reprise	Cas recensés		Coût global			Coût moyen	
	Nombre	%	Coût F	% (a)	% (b)	Coût F	% (c)
Totale	100	28,1	17 050 600	53,4	54,5	170 506	153,8
Partielle	184 (d)	51,7	14 215 300	44,5	45,5	78 106	70,4
Totaux	284 (d)	79,8	31 265 900	97,9	100		

figure 24 : coût des réparations en fonction de la nature de la reprise en sous-oeuvre

MODE DE REPRISE EN SOUS-ŒUVRE	NOMBRE DE CAS	COÛT GLOBAL F	COÛT MOYEN F	VALEURS EXTRÊMES F		% PAR RAPPORT AU COÛT GLOBAL DES RÉPARATIONS
				MINI	MAXI	
- par plots	103	7 136 800	69 289	9 139	300 000	22,4
- par semelles continues	39	4 482 300	114 931	15 000	350 000	14,0
- par micropieux	96	15 722 800	163 779	40 000	500 000	49,3
- par injections sous dallage	36	3 456 000	96 000	40 000	170 000	10,8
- par picots	2	270 000	135 000	100 000	170 000	0,8
- autres	6	198 000	33 000	10 000	96 000	0,6
TOTAUX	282	31 265 900	110 872			97,9

figure 25 : coût des travaux de reprise en sous-oeuvre suivant la nature de la reprise

MONTANT UNITAIRE DES TRAVAUX DE RÉPARATION	NOMBRE DE CAS	RÉPARTITION					
		Plots	Semelles continues	Micropieux	Injections sous dallage	Autres reprises	Pas de reprise (1)
≥ 300 000 F	22	5	6	11			
200 000 F ≤ TR < 300 000 F	30	5	1	22	2		
100 000 F ≤ TR < 200 000 F	75	10	5	56	2	2	
50 000 F ≤ TR < 100 000 F	82	39	12	6	21	1	3
< 50 000 F	133	44	15	1	11	5	57
non chiffré	14						14
TOTAUX	282	103	39	96	36	97,9	14

(1) y compris les cas : - où l'expert ne préconise aucune réparation,
- où l'expert n'a pas encore décidé de la nature des travaux.

figure 26 : répartition des travaux de réparation suivant leur coût unitaire

4. CONCLUSIONS

Il a été constaté que les résultats des 2 enquêtes menées par le CEBTP (en 1991) et l'AQC (en 1990) se recourent bien et se complètent.

Il en ressort essentiellement que l'ensemble des bâtiments sinistrés se rapproche d'un profil-type représenté par environ 75 % des cas et pouvant se définir ainsi : il s'agit d'une maison individuelle à rez de chaussée (70 %) fondée sur des semelles continues (80 %), peu profondes (de 40 à 80 cm), peu ou non armées et reposant sur un sol argileux (96 %)

La structure de cette maison est généralement en maçonnerie (80 % des cas) et ne comporte généralement pas de chaînage horizontal.

Il est cependant apparu que les dossiers étaient rarement complets : pour un nombre assez important de sinistres analysés, l'impasse avait été faite sur la recherche et la collecte d'informations portant soit sur les sols, soit sur les structures et les fondations. Dans tous les cas, aucune investigation n'avait été faite sur les conditions pluviométriques locales et une simple constatation de la coïncidence des dates d'apparition des désordres avec celles de la sécheresse de 1989-1990 avait été établie.

Il a été tenu compte dans l'élaboration de la méthodologie de la phase Diagnostic du Guide, de certaines imperfections du questionnaire et des lacunes dans les réponses, pour mettre au point de façon méthodique et approfondie toutes les questions que doivent se poser les Experts. Les aides au diagnostic ainsi établies dans le Guide, devraient permettre aux Experts d'appréhender et d'analyser avec un maximum de rigueur et sans omission toutes les informations de base nécessaires à leur expertise.

Dans ces conditions, on peut légitimement penser que le Guide devrait pouvoir être utilement exploité dans au moins 80 % des cas des sinistres attribuables à la sécheresse.

ANNEXE IV

o TROIS EXEMPLES COMPLETS D'UTILISATION DU GUIDE PRATIQUE

ANNEXE IV.1	-	Exemple A :	Indre et Loire
ANNEXE IV.2	-	Exemple B :	Charente Maritime
ANNEXE IV.3	-	Exemple C :	Somme

Remarque

Lés exemples sont des cas d'illustration sur la manière d'utiliser le guide. Ils ne peuvent servir, à l'instar des autres parties contenues dans les fascicules 1 et 2, à définir des références utilisables dans une démarche d'expertise, notamment en ce qui concerne les données pluviométriques.

ANNEXE IV.1**EXEMPLE A : INDRE ET LOIRE****1. DONNEES DE BASE**

Dans un premier temps il a été réalisé (Juin 90) une reconnaissance des sols de fondations d'un pavillon d'habitation construit en 1975 (Fig. 1) en Indre et Loire qui présentait depuis l'automne 1989 des désordres importants. Une seconde campagne plus détaillée a été réalisée en Juillet 1991.

1.1 DESORDRES

Situé à flanc du versant Sud de la vallée du Cher, ce pavillon sur sous-sol semi-enterré présente à la suite de la sécheresse de l'été 89 d'importants désordres. Ils sont visibles principalement en façade Nord-Est par une fissure ouverte horizontale (très > 3 mm) au niveau du plancher du rez-de-chaussée. A l'intérieur du sous-sol, les murs de refend présentent de nombreuses fissures obliques ou en escalier (ouverture > 3 mm).

Les marches qui mènent à l'entrée principale sont disjointes et affaissées de plusieurs centimètres.

1.2 ENVIRONNEMENT

La figure 1 indique la présence d'arbustes, peupliers, lauriers, sapins et saules dont un à quelques mètres de la façade Nord-Est la plus endommagée.

L'assainissement du sous-sol est obtenu par un drainage périphérique avec pompe de relevage sur trois façades (amont et côtés) permettant la collecte et l'évacuation des écoulements naturels.

La carte géologique de Tours sur 1/50.000^{ème} indique que les sols susceptibles d'être rencontrés sont constitués par les formations siliceuses du Sénonien qui se présentent sous les faciès d'une argile plus ou moins granuleuse.

1.3 RESULTATS DE LA PREMIERE CAMPAGNE

Un sondage manuel a été exécuté dans la cave sur la façade Nord (Fig. 2) pour relever la géométrie de la fondation, mesurer les épaisseurs d'ancrage et d'assise, prélever des échantillons intacts ou remaniés du sol in-situ afin de déterminer en laboratoire les caractéristiques physiques et mécaniques du sol et en particulier sa sensibilité aux variations de teneurs en eau. La coupe du sondage manuel est donnée sur la Fig. 3.

La fondation est de type semelle filante débordante de 0,30 m par rapport au nu du mur extérieur. Son épaisseur est de 0,25 m, et elle est ancrée dans une argile de couleur gris-verdâtre bariolée brune. Elle repose sur un lit de sable d'une épaisseur de 5 cm environ (technique utilisée dans les années 1970 en remplacement du béton de propreté mis en place de nos jours).

Le dallage de la cave d'une épaisseur totale de 0,22 m repose sur une couche de sable de 0/4 d'une épaisseur de 0,305 m.

De l'eau a été observée dans la fouille lors de la reconnaissance. D'après les renseignements obtenus sur place, il apparaît que la fouille du sondage manuel s'est remplie avec de l'eau claire. Ces arrivées d'eau proviennent probablement d'une fuite sur le réseau d'alimentation d'eau potable.

L'argile prélevée sous les fondations a été soumise à des essais de laboratoire.

Pour une teneur en eau naturelle de 48,6 % les poids spécifiques humide et sec sont respectivement $17,3 \text{ KN/m}^3$ et $11,7 \text{ KN/m}^3$ avec un indice de plasticité $IP = 40$ et un indice de consistance $I_c = 0,5$.

L'essai de compressibilité à l'oedomètre (Fig. 4) indique pour un coefficient de compressibilité $C_c = 0.231$ un sol très compressible. Le coefficient de gonflement $C_g = 0.051$ indique un matériau sensible à l'eau qui se déforme dès qu'il a la possibilité d'absorber ou au contraire, dans le cas qui nous intéresse, de perdre de l'eau (cas d'une sécheresse prolongée).

N.B. : A titre indicatif les prix (HT) d'essais courants en laboratoire sont :

- Teneur en eau : 90 FF/u
- Poids spécifique apparent : 150 FF/u
- Limites d'Atterberg : 650 FF/u
- Essai au bleu de méthylène : 350 FF/u
- Essai de compressibilité : 1 500 FF/u

1.4. RESULTATS DE LA SECONDE CAMPAGNE

Dans un second temps quatre sondages ont été réalisés :

Un sondage pressiométrique (SP1) à la tarière pour relever la nature des sols, leurs épaisseurs en profondeur et les caractéristiques géomécaniques in-situ ; et trois sondages au pénétromètre dynamique lourd (PD 1, 2 et 3) pour vérifier l'homogénéité des sols en profondeur et mesurer leurs résistances de pointe qd. L'implantation des sondages est donnée sur la Fig. 1 et les coupes de sondages sur les Fig. 5 à 8.

2. EXPLOITATION DES DONNEES DU DIAGNOSTIC POUR LES REPARATIONS

Les tableaux guides E/G/S/D du fascicule 2 ont été complétés et sont présentés en page 9 à 10.

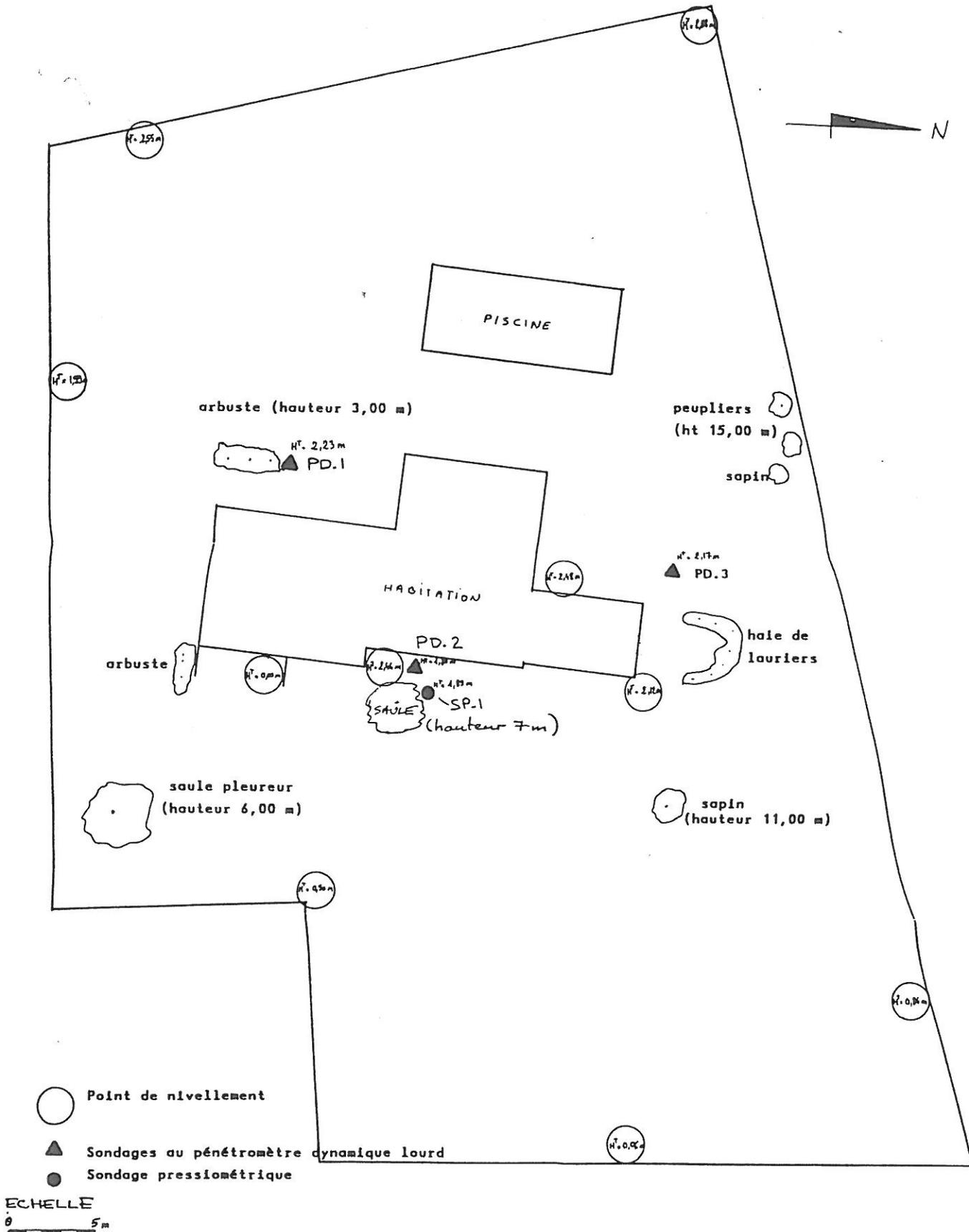
Les tableaux DIA-P/E/G/Z/X sont présentés en pages 11, 12 et 13. Finalement, les Tableaux RG/R et les fiches de synthèse sont donnés en pages 14 à 18.

Pour ce premier exemple il apparaît que l'ossature du bâtiment étudié a été convenablement chaînée et a pu résister aux efforts parasites de la sécheresse. Par contre le soubassement et la fondation n'ont pas été favorisés par une rigidité suffisante et les fissurations s'y sont concentrées localement. En effet la cause localisée principale des fissurations est attribuable à la présence d'un saule très proche de la maison.

La solution qui a été proposée consiste à abattre et à neutraliser le saule et à conforter la structure localement par des plots (solution R332) avec une reprise en sous-oeuvre en forme de T (R333) pour le mur de refend. Ces travaux pourront dans le cas présent être effectués de l'intérieur de la cave n° 2.

En ce qui concerne les aménagements extérieurs, l'escalier sera désolidarisé du bâtiment, et la fuite du réseau d'eau sera à réparer.

Figure 1 :
 Croquis d'implantation des sondages et de nivellement



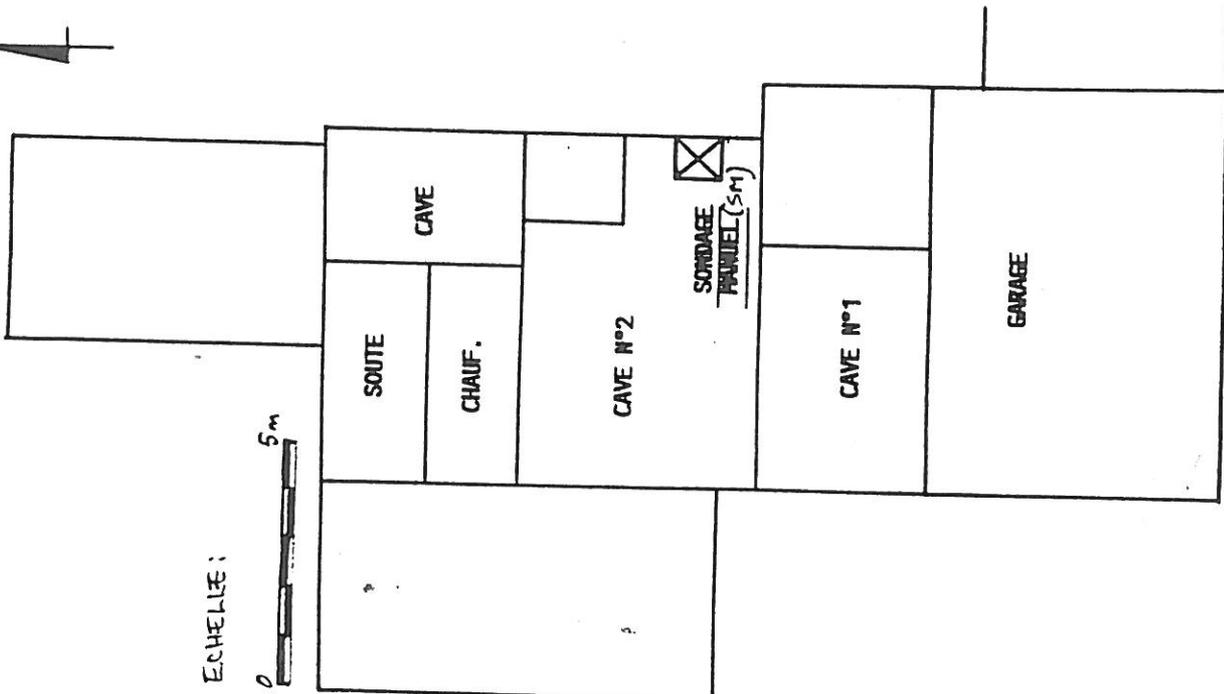


Figure 2
Vue en plan du sous-sol

SONDAGE (CAVE N° 2)

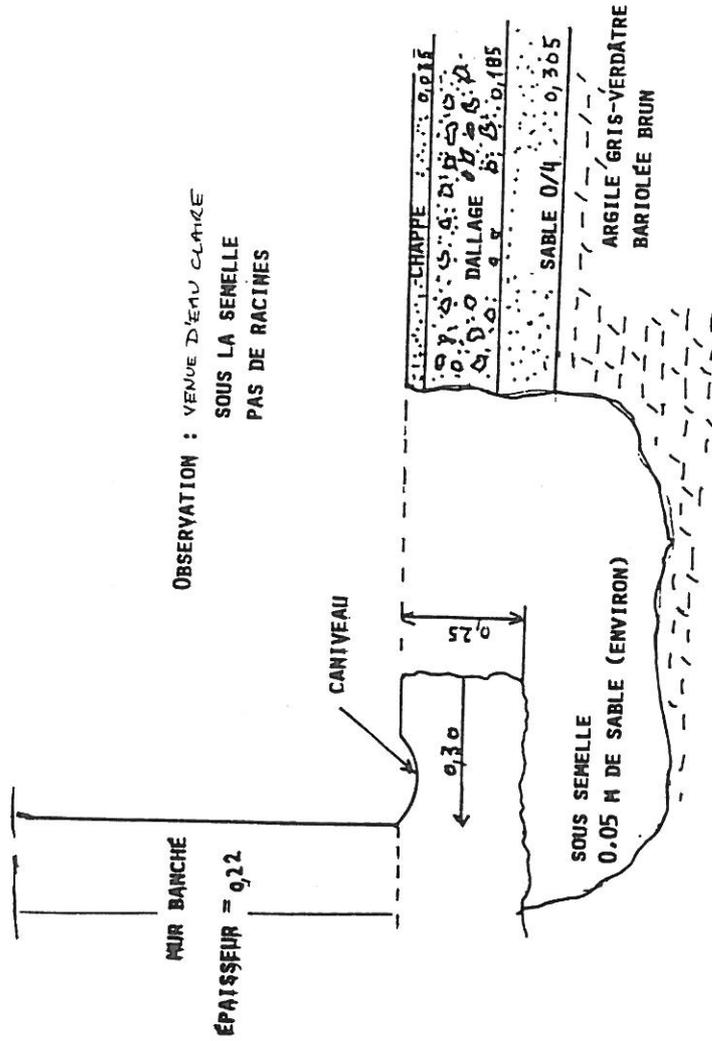
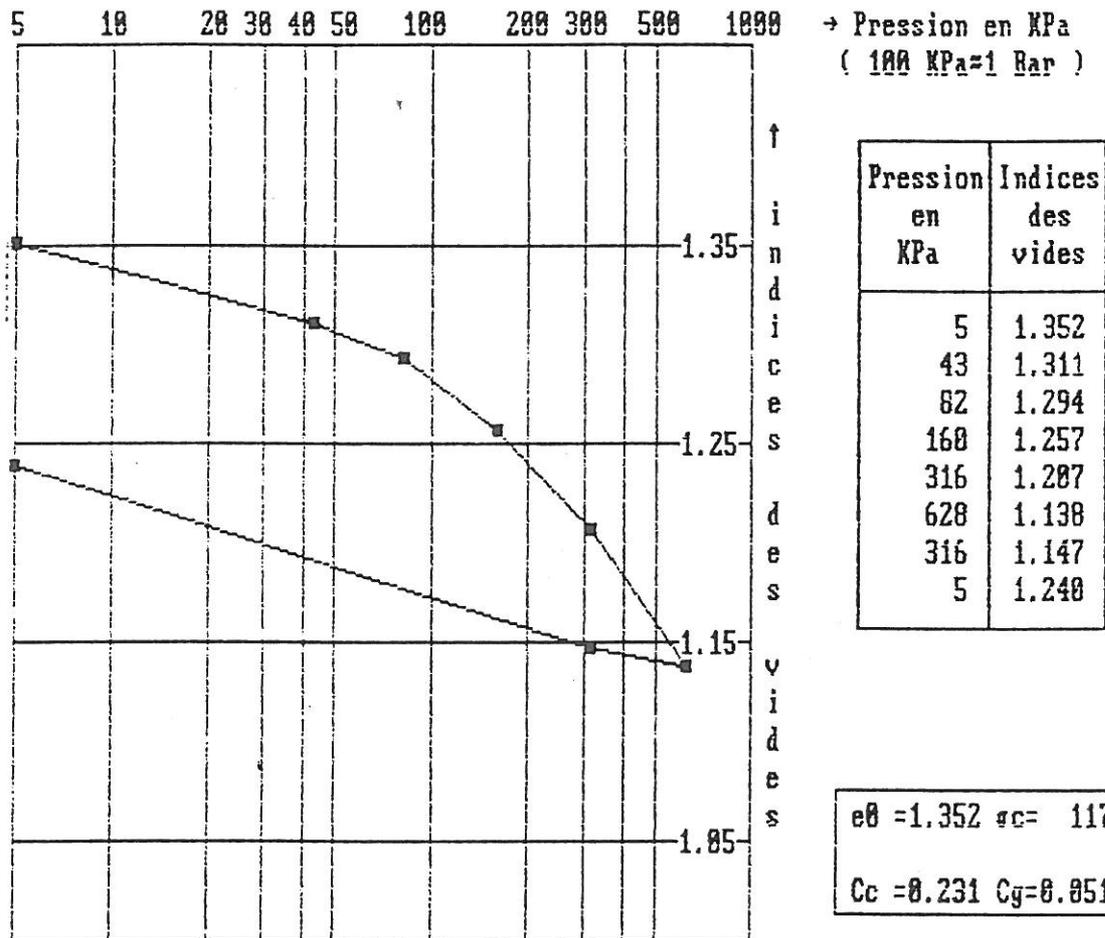


Figure 3
coupe du sondage manuel (SM)

Figure 4 :
Essais de compressibilité

Sondage : S1
 Profondeur : Sous fondation
 Nature du sol : Argile bariolée vert et brun
 Densité sèche : 11.48



FORAGE PRESSIOMETRIQUE Sp.1

CHANTIER : VILLA	COTE NGF	Dossier
MATERIEL : TABIERE	Niveau Eau	91/0312-5514
		Date 85/91
		20-04-91

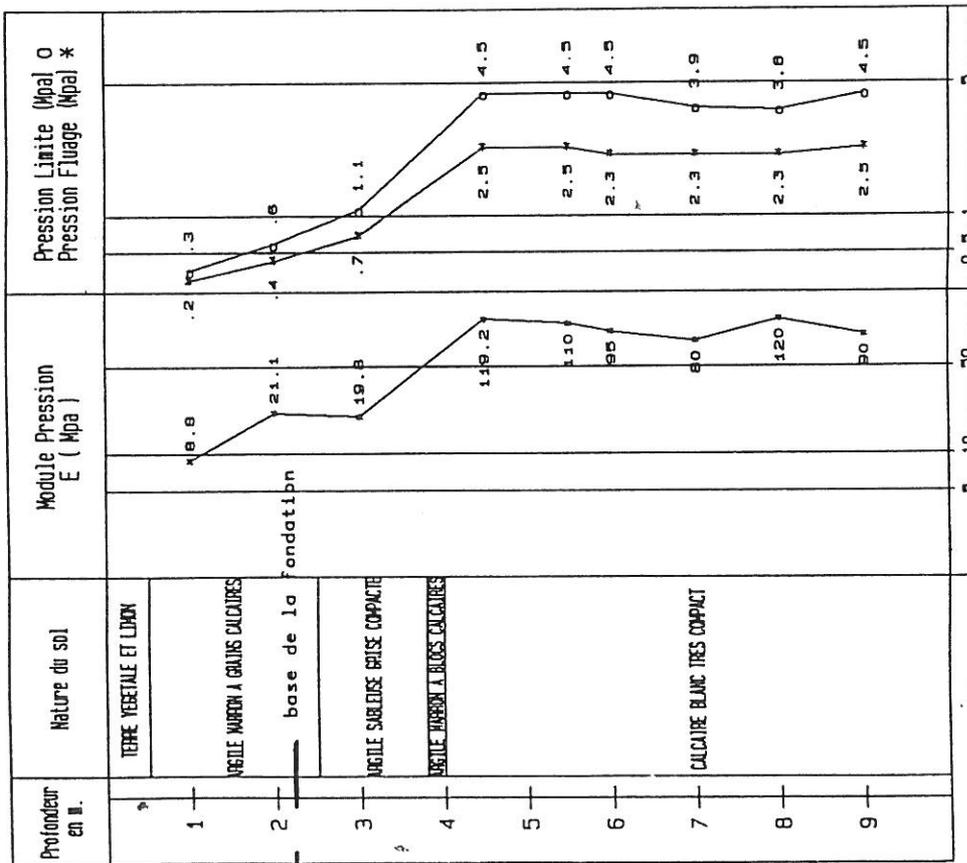


Figure 5

PENETROMETRE DYNAMIQUE N° PD.1	Caractéristiques :
TYPE:F 46 DATE:28/05/91	Hauteur de chute = 0.48 m
Section de la pointe :13.2 cm²	Poids du mouton = 49.20 Kg
Niveau de l'eau: 0 m	Poids mort début = 6.2 Kg
	Poids ml. tige = 6.2 Kg

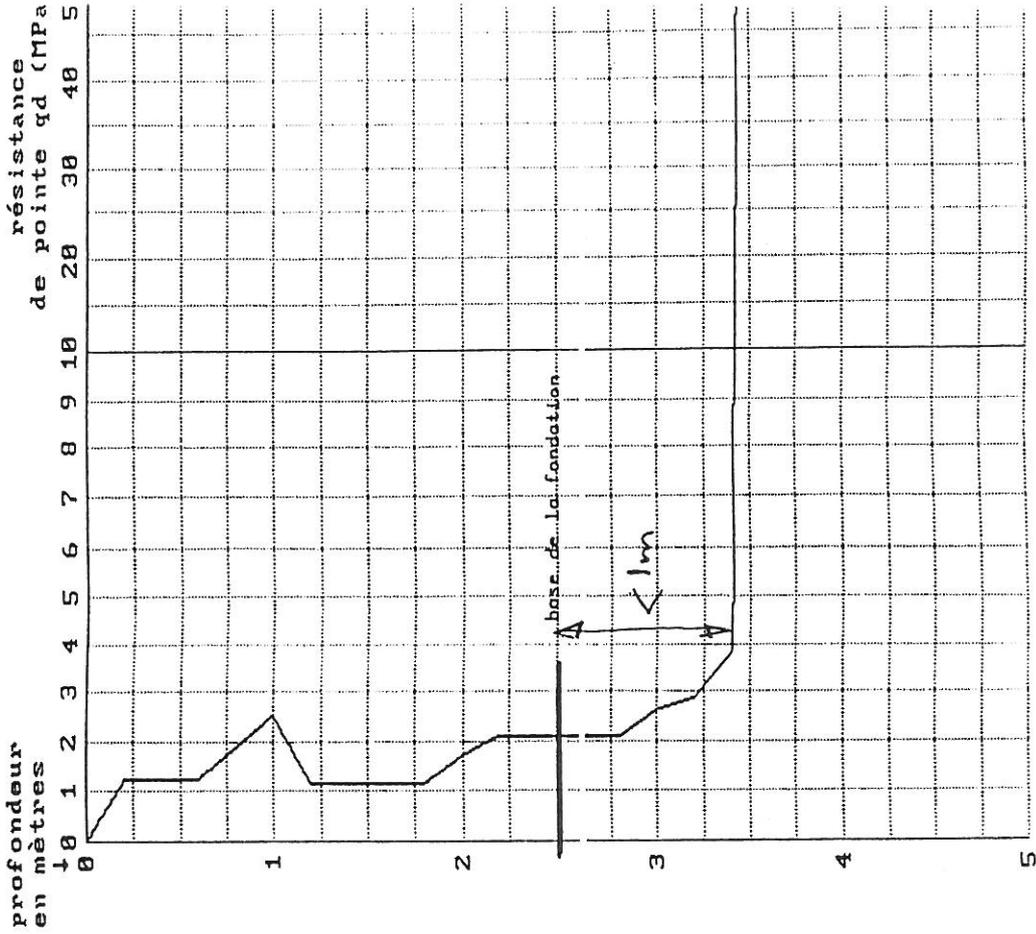


Figure 6

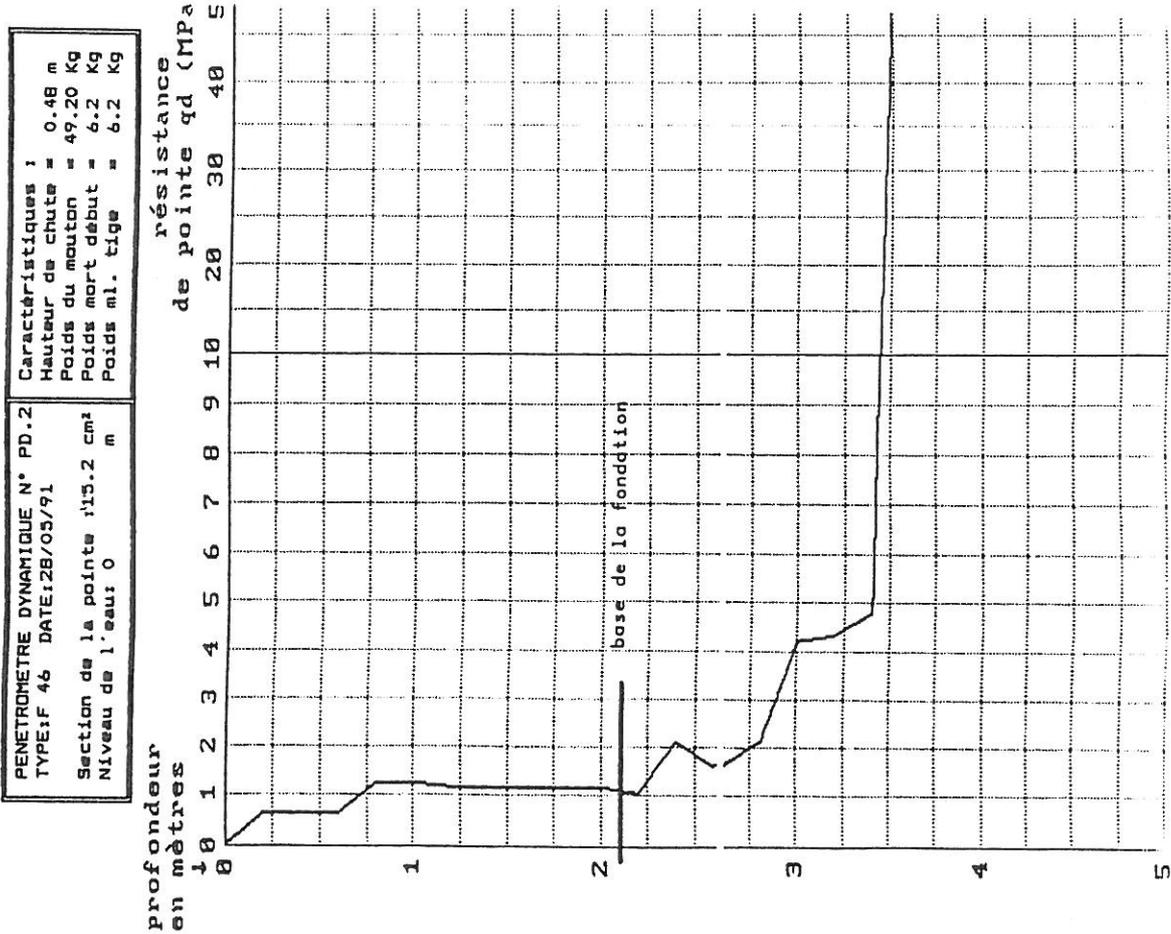


Figure 7

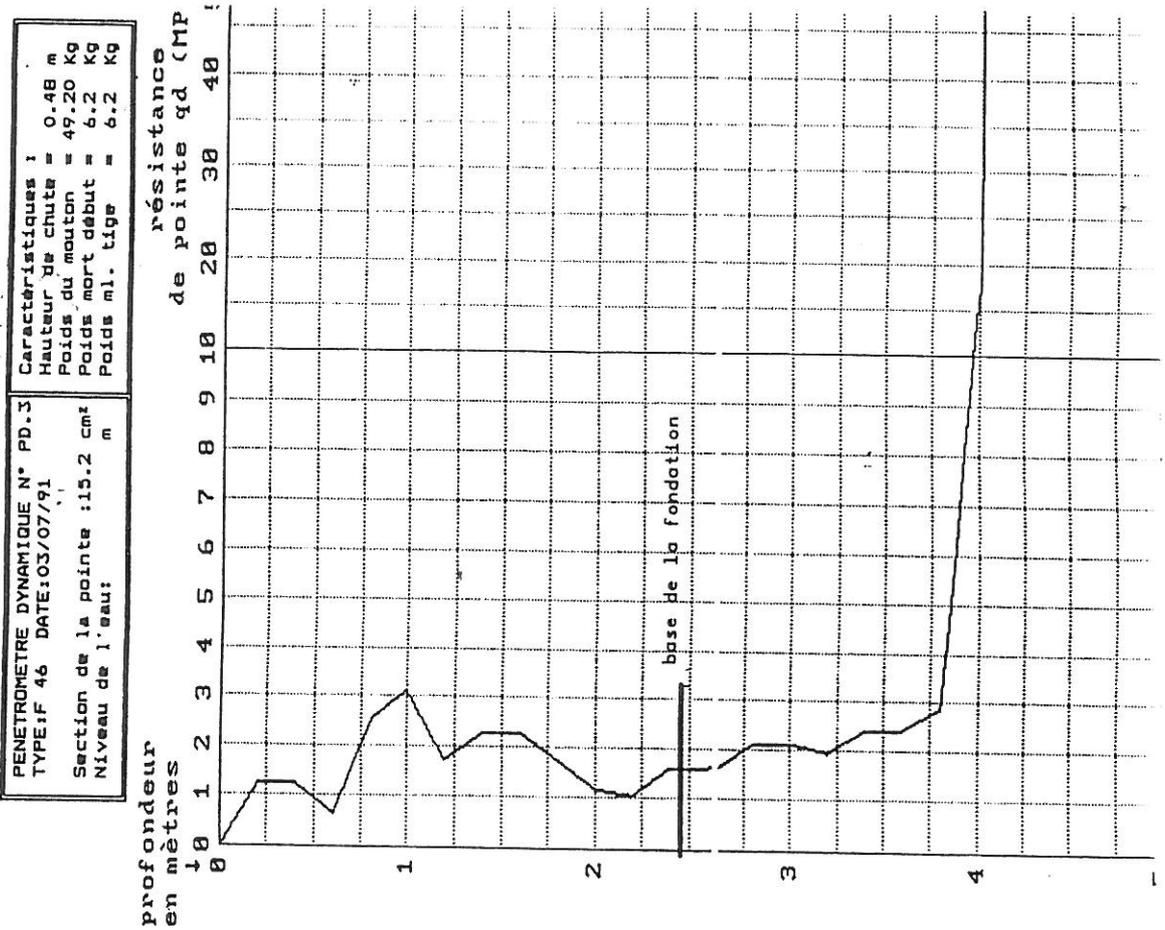


Figure 8

TABLEAU E

DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT

E1 Pentas	E2 Eaux de ruissellement et eaux pluviales des toitures	E3 Existence d'eaux souterraines	E4 Hauteur de Pluviosité efficace (voir Tableau HPE)	E5 Existence de végétation (arbres et arbustes)			
E 11 Pentes > 20 %	E 21 Collecte inexistante	Profondeur de 0 à 4 m <input checked="" type="checkbox"/> E 31	E4 HPE < SN <input checked="" type="checkbox"/> E 41	Existence et essence SAULES/PEUPLIER/SYRIS LAURIER			
E 12 Pente 10 à 20 %	E 22 Collecte peu efficace	Drainage existant Oui <input checked="" type="checkbox"/> E 311 Non <input type="checkbox"/> E 312	HPE > SN <input type="checkbox"/> E 42	h/d > 1 <input checked="" type="checkbox"/> E 51 7/3 = 2,33			
<input checked="" type="checkbox"/> E 13 Terrain < 10 % (terrain plat)	<input checked="" type="checkbox"/> E 23 Collecte efficace	Profondeur > 4 m <input type="checkbox"/> E 32	SN : seuil de "normalité" défini pour chaque période de référence - voir Tableau IJPE suivant	h/d < 1 <input type="checkbox"/> E 52			
(N.B.) : 9 % : 5° 21 % : 12°		observation de la fouille -	Période de référence	Dates	HPE moyen	SN	(N.B.) : 1) h = hauteur de l'arbre ou arbuste (en mètres) d = distance du mur (en mètres) 2) La végétation n'est à prendre en compte que si l'apparition des désordres coïncide avec la période de sécheresse, et s'il y a corrélation entre les désordres et la proximité de la végétation.
			6 mois	oct 89 Mars 89	52	55 %	
			12 mois			70 %	
			24 mois			80 %	
			12 mois		HP moyen	85 %	

Voir Annexe II-1 du fascicule 3

TABLEAU G

DESCRIPTION DU GROS - OEUVRE
(Ossature + fondations et soubassements)

<input checked="" type="checkbox"/> G 1	Date de la fin de construction	<input checked="" type="checkbox"/> 02 <input checked="" type="checkbox"/> 75 mois année	
<input checked="" type="checkbox"/> G 2	<u>Nombre de niveaux N au dessus du rez-de-chaussée et sous-sol</u> 1 ^{er} indice : 1) RdC + 0 2) RdC + N 2 ^{ème} indice : 1) Pas de sous-sol 2) Avec sous-sol (général ou partiel) Sous-sol complètement enterré Sous-sol partiellement enterré		G 21 . . . G 22 . . . G 2 . 1 . G 2 2 . <u>G 2 . 21</u> <u>G 2 22</u>
<input checked="" type="checkbox"/> G 3	<u>Ossature et refends</u> 1 ^{er} indice : Type d'ossature 1) Maçonnerie porteuse non chaînée 2) Maçonnerie porteuse avec chaînages, ou murs en béton 3) Ossature béton armé ou charpente métallique ou charpente bois + remplissage 2 ^{ème} indice : Eléments constituant la maçonnerie ou les remplissages 1) Eléments creux 2) Eléments pleins ou béton banché (22 cm)		G 31 . G 32 . G 33 . G 3 . 1 <u>G 3 2</u>
<input checked="" type="checkbox"/> G 4	<u>Fondations et soubassements</u> 2 ^{ème} indice : Profondeur du niveau de fondation (P2) sous la surface libre la plus proche (éventuellement sous-sol) 1) < 0,80 m 2) Entre 0,80 et 1,50 m 3) > 1,50 m 3 ^{ème} indice : Profondeur minimale du niveau de fondation (P3) sous le niveau le plus proche du sol extérieur 1) < 0,80 m 2) Entre 0,80 et 1,50 m 3) > 1,50 m 4 ^{ème} indice : Type de fondation 1) Soubassement maçonnerie sur semelle continue non armée 2) Soubassement maçonnerie sur semelle continue armée 3) Poteaux sur semelles isolées armées 4) Radier général 5 ^{ème} indice : Eléments constituant les soubassements 1) Eléments creux 2) Eléments pleins ou béton banché		G 41 . . . G 42 . . . G 43 . . . G 4 . 1 . . G 4 . 2 . . G 4 3 . . G 4 . . 1 . G 4 3 2 . G 4 . . 3 . G 4 . . 4 . G 4 . . 1 <u>G 4 3 2 2</u>
<input checked="" type="checkbox"/> G 5	<u>Type du niveau bas</u> - Dallage sur terre plein - Plancher sur vide sanitaire ou plancher porteur sur terre plein ou radier		<u>G 5 </u> G 5 2

Résumé G 2 | 2 2 G 3 | 2 G 4 | 3 2 2 G 5 |

N.B. : indice 0 pour compléter négativement la réponse
indice 9 pour indiquer une information manquante

DESCRIPTION DES SOLS
NATURE ET CARACTERISTIQUES
(Voir schéma 1 pour la reconnaissance des sols)

1^{er} indice : Nature du sol

- 1) : Sols très argileux très sensibles $IP > 30\%$ (40)
Valeur de bleu > 6 et plus de 50 % passant à 80 µm S 1 . .
- 2) : Sols modérément argileux IP de 15 à 30 %
Valeur de bleu de 2 à 6 et plus de 50 % passant à 80 µm S 2 . .
- 3) : Sols peu argileux peu sensibles $IP < 15\%$
Valeur de bleu < 2 et moins de 50 % passant à 80 µm S 3 . .

N.B. : 1) IP = indice de plasticité mesuré directement par les limites d'Atterberg ou résultant des mesures de l'essai au bleu.
2) Dans le cas de la présence de sols très organiques (tourbes et sols vaseux par exemple) sous la fondation, on se rattachera au Cas S 1 sans considération d'I.P. ou valeur au bleu.

2^{ème} indice : indice d'épaisseur du sol argileux sous le niveau de fondation

1. forte épaisseur supérieure à 1 m $e > 1,00$ m S . 1 .
2. faible épaisseur inférieure à 1 m $e < 1,00$ m (c.f. pressimètre et pénétromètres) S 1 2 .

3^{ème} indice : indice de consistance minimale

Il est calculé à partir des échantillons prélevés en profondeur ou dans le sondage intérieur au bâtiment à la profondeur du niveau de fondation

1. consistance très plastique $Ic < 0,5$ S . . 1
2. consistance plastique $0,5 \leq Ic \leq 1,0$ S 1 2
3. consistance ferme $Ic > 1,0$ S . . 3

$$Ic = \frac{WL - Wn}{IP}$$

WL = limite de liquidité
Wn = teneur en eau naturelle
IP = indice de plasticité

N. B. : - Valables pour sols homogènes non organiques.
- Possibilité de contrôle du retrait par les essais directs de retrait sur échantillons intacts.
- Dans le cas de la présence de sols très organiques on se rattachera aux indices complémentaires les plus défavorables (indices 1).

4^{ème} indice : (facultatif) Indice de sensibilité aux échanges d'eau entre couches supérieures et couches profondes du sondage extérieur (profondeur 0,50 et 1,50 m) ou entre sondage extérieur et sondage intérieur au niveau de fondation, déterminé par la variation de l'indice de consistance ΔIc

1. forte sensibilité $\Delta Ic > 0,100$ S . . . 1
2. sensibilité moyenne $0,030 < \Delta Ic < 0,100$ S . . . 2
3. faible sensibilité $\Delta Ic < 0,030$ S . . . 3

Remarque : L'exploitation des résultats des mesures de la teneur en eau et l'établissement des profils hydriques doivent permettre d'apprécier la profondeur atteinte par la dessiccation.

N.B. : indice 0 pour compléter négativement la réponse
indice 9 pour indiquer une information manquante

Résumé S 1 2 2 9

TABLEAU D
DESCRIPTION DES DESORDRES APPARENTS*

D 1	
Coïncidence de l'apparition des désordres significatifs avec période de sécheresse	
Oui	D 11
Non	D 10

D 2 Désordres du Gros-Oeuvre (Voir schémas 2 à 9)											
D 21 Soubassements et fondations						D 22 Ossature					
D 211 Fissurations horizontales et verticales			D 212 Fissurations à 45°			D 221 Fissurations horizontales et verticales			D 222 Fissurations à 45°		
> 3 mm	1 à 3 mm	0,3 à 1 mm	> 3 mm	1 à 3 mm	0,3 à 1 mm	> 3 mm	1 à 3 mm	0,3 à 1 mm	> 3 mm	1 à 3 mm	0,3 à 1 mm
D 2111	D 2112	D 2113	D 2121	D 2122	D 2123	D 2211	D 2212	D 2213	D 2221	D 2222	D 2223

N.B. : Les fissures d'ouvertures inférieures à 0,3 mm ne sont pas considérées comme désordres.

D 3 Désordres des aménagements extérieurs et des parties en discontinuité structurale			
Dév. rs - décolllements dépassant 10 mm d'ouverture maximale - fissurations de la structure d'ouvrages annexes périphériques et dépassant 5 mm d'ouverture moyenne (Schémas 10a-b)	Affaissements et fracturations de dallages extérieurs dépassant 5 mm d'ouverture moyenne (Schéma 11)	Fracturations et fuite des conduites enterrées et de leurs raccords à la structure (Schéma 12)	Fluage - reptations des talus et amorces de glissements (Schéma 13)
D 31	D 32	D 33	D 34

D 4 Désordres du Second Oeuvre		
Affaissements décolllements de dallages intérieurs	Blocage d'ouverture des portes et fenêtres	Fissuration et décolllements des cloisons
D 41	D 42	D 43

N.B. : 1) Pour D 21 - D 22 et D 4 :

- Indice complémentaire (g) = fissurations intéressant l'ensemble du bâtiment ou (p) = fissurations limitées à une partie seulement du bâtiment.
- Indice complémentaire E 5 pour l'éventualité d'un rôle actif de la végétation (voir Tableau E en E 5).

- 2) * Les désordres apparents seront relevés de préférence en fin de saison sèche (début Octobre) à condition que l'Expert admette qu'ils sont attribuables à la sécheresse
- 3) Quand les désordres d'une catégorie sont inexistantes on adoptera l'indice zéro (0).
Par exemple : D 30 = aucun désordre extérieur, D 2120 = pas de fissuration à 45° dans le soubassement.
Quand le renseignement n'a pu être obtenu, on adoptera l'indice neuf (9).
Par exemple : D 2129 = fissuration à 45° du soubassement non contrôlée.

4) Dans le cas d'apparition de désordres légers antérieure à la période de sécheresse (D 10), l'expertise peut être poursuivie au titre de l'aggravation subissante de ces désordres au cours de la période inconnue.

Résumé : D 2111 D 2121 D 2212 D 2222 D 31 D 42
D 33

TABLEAU DIA-P
DIAGNOSTIC PRELIMINAIRE
(Les désordres sont-ils attribuables à une sécheresse anormale ?)

Consultation E	Condition initiale (1) <u>D 1)</u>	Coincidence entre date d'apparition ou d'aggravation des désordres et période de sécheresse												<input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	Observations						
	Condition fondamentale (2) Pluviosité E 4	<u>E 4)</u> : HPE < SN (Seuil de normalité conventionnelle de la sécheresse)												6 mois SN = 55 % <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non 12 mois SN = 70 % <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non 24 mois SN = 80 % <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	100 > HPE > SN (Sécheresse non anormale)						
	Condition fondamentale (3) Nappe permanente sous la fondation E 3	<u>E 3)</u> Niveau permanent de la nappe maintenu à plus de 0,50 m sous les différents niveaux de fondation pendant la période de sécheresse ou E 32 (nappe h > 4 m)												<input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	h = profondeur du niveau de la nappe sous sol extérieur						
Consultation S	Condition (4) Nature de sol	S 1			S 2			S 3						Sécheresse incriminable avec ou sans effet de la végétation	Dans le cas où la végétation est à incriminer (Condition (5) = Oui) les cases ombrées et étoilées seront à inclure dans les cas possibles						
	Epaisseur du sol argileux sous niveau de fondation	S 11	S 12	S 21	S 22	S 31	S 32														
Consultation G	Consistance initiale du sol Ic	111	112	113	121	<u>122</u>	123	211	212	213	221	222	223	311	312	313	321	322	323	a) Case blanche ou bien b) Case ombrée et étoilée + Cond° (5) <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
	Profondeur du niveau de fondation sous sol extérieur	G 4.1.. < 0,80 m																			
		G 4.2.. 0,80 à 1,50 m																			
	<u>G 4.3.2.2</u> > 1,50 m	*			*		*		*		*		*		*		*		*		
	Condition (5) Présence de végétation incriminable E 5	h/d > 1 et coincidence entre localisation des désordres et proximité de la végétation <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non																			
	Le cas s'inscrit dans une zone déclarée CAT.NAT												<input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non								

Les désordres peuvent être déclarés attribuables à la sécheresse si les réponses sont : Oui aux conditions 1 à 4 avec ou sans effet de végétation incriminable. La végétation étant à incriminer si la condition (5) est satisfaite

Note: si il n'y avait pas la présence de végétation (Saulé) ce cas ne serait pas attribuable à la sécheresse.

TABLEAU DIA - B

DIAGNOSTIC SUR L'INCIDENCE DES FACTEURS MAITRISABLES DE L'ENVIRONNEMENT SUR LES DESORDRES

REFERENCE ET NATURE DES FACTEURS INCRIMINES	RECUEIL DES INFORMATIONS	SCHEMA DES DESORDRES	REFERENCES DES SOLUTIONS (voir Tableau R en R 2)	SCHEMA DES SOLUTIONS
E 2 Examen des effets des eaux de ruissellement naturelles et du comportement du système collecteur éventuellement existant et besoins complémentaires - Contrôle de la collecte des eaux pluviales des toitures	<ul style="list-style-type: none"> - Existence de collecte et d'évacuation correcte des eaux pluviales des toitures <input checked="" type="checkbox"/> - Existence d'un système collecteur <input checked="" type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> . Action efficace <input checked="" type="checkbox"/> . Action inefficace <input type="checkbox"/> - Points de stagnation <input type="checkbox"/> - Points d'infiltration vers fondations <input type="checkbox"/> - Zone d'érosion ravinante <input type="checkbox"/> - Besoins de collecte complémentaire <input type="checkbox"/> 		<p>R 221 - R 222</p> <p>- Système collecteur complémentaire</p>	<p>R 221</p> <p>R 223</p>
E 3 Existence de nappes souterraines et examen de l'état du drainage éventuellement existant - Besoins complémentaires	<ul style="list-style-type: none"> - Existence de nappe permanente ou de sources saisonnières <input checked="" type="checkbox"/> - Existence d'un drainage <input checked="" type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> . Action efficace <input checked="" type="checkbox"/> . Action inefficace <input type="checkbox"/> - Besoins de drainage complémentaire <input type="checkbox"/> 		<p>R 223</p> <p>- Système drainant complémentaire</p>	
E 5 Examen du rôle actif éventuel de la végétation - arbres et arbustes	<ul style="list-style-type: none"> - Existence et essence des arbres : SAULE - Hauteur et distance du mur h = 7 d = 3 h/d = 2,3 - Rôle actif de l'arbre dans les désordres h/d > 1 <input checked="" type="checkbox"/> 	5	<p>R 211 - R 212 - R 213</p> <p>- Si h/d > 2 : Abattage des arbres et neutralisation des racines</p> <p>- Si 1 < h/d < 2 : Autres solutions avec conservation des arbres - écran antiracines</p>	R 213

TABLEAU DIA-G
DIAGNOSTIC GROS-ŒUVRE

Désordres apparents Classes des cas types		Fissurations des soubassements		Fissurations de l'ossature		Degré de gravité F
		Fissures hor. et vert.	Fissures à 45°	Fissures hor. et vert.	Fissures à 45°	
A Soubassement et ossature sont également fissurés (Schémas 2 à 7)	1	D 2111 D 2112 D 2113	D 2121	D 2211 D 2212 D 2213	D 2221	F 1
	2	D 2111 D 2112 D 2113	D 2122	D 2211 D 2212 D 2213	D 2222	F 2
	3	D 2112 D 2113 0	D 2123	D 2211 D 2212 D 2213	D 2223	F 3
B soubassement fracturé et ossature quasi intacte (Schéma 8)	1	D 2111 D 2112 D 2113	D 2121	D 2212 D 2213 0	0	F 1
	2	D 2111 D 2112 D 2113	D 2122	D 2212 D 2213 0	0	F 2
	3	D 2112 D 2113 0	D 2123	D 2212 D 2213 0	0	F 3
C Soubassement quasi intact mais ossature légèrement fissurée (Schéma 9)	1	D 2112 D 2113 0	0	D 2212 D 2213 0	0	F 3

Référence des solutions
<p>Cas de gravité maximale des désordres</p> <p>Solutions lourdes : F 1 R 31, R 32, R 33, R 34, R 35, R 36, R 37, R 38 pour la sélection, voir Tableau RG et schémas correspondants</p>
<p>Cas de gravité moyenne F 2 Solution R 35 protection périphérique, voir Tableau R</p>
<p>Cas de gravité minimale F 3 Solution R 351 protection périphérique, voir Tableau R</p>

R 1 Traitement pour la suppression d'apparence des désordres

(N.B.) : 1° Degrés de gravité F1 > F2 > F3

Le degré de gravité maximale F1 exige une solution "lourde" de réparation de la structure.

2° Lorsque les désordres sont globaux ou partiels on ajoutera l'indice (g) ou (p) aux références des cas types.

TABLEAU DIA - Z
DIAGNOSTIC DES DESORDRES INTERIEURS DU SECOND OEUVRE

REFERENCE ET NATURE DES DESORDRES	SCHEMA DES DESORDRES	REFERENCES DE LA SOLUTION DE REPARATION (voir Tableau R en R 4)	SCHEMA DES SOLUTIONS
D 41 <u>Dallages ou planchers intérieurs</u> Affaissements Décollements Fissurations	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<u>Dallages sur terre plein</u> R 41 - Traitement total ou partiel des dallages par injection R 42 - Démolition et création d'une nouvelle assise en matériaux sélectionnés <u>Dallages sur plancher</u> R 43 - Création d'un plancher sur vide sanitaire R 44 - Plancher avec fondations indépendantes du gros oeuvre	<u>R 42</u>
D 42. Blocage d'ouverture des portes et fenêtres	<input type="checkbox"/>	R 45 - Démontage des huisseries, usinage ou rabotage et remontage R 46 - Remplacement des cadres déformés et des huisseries	
D 43 <u>Cloisons</u> Fissurations Décollements périphériques	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	R 47 - Ragrafé des fissurations et jointoiement des décollements sous réserve de la réparation du support (dallage ou plancher) ou des désordres du gros-oeuvre R 48 - Démolition et réfection totale de la cloison sous réserve de la réparation du support ou des désordres du gros-oeuvre	

NEANT - D 40

TABLEAU DIA - X
DIAGNOSTIC ET SOLUTIONS DES DESORDRES DES AMENAGEMENTS EXTERIEURS
(OU DES PARTIES DISCONTINUES (1))

REFERENCE ET NATURE DES DESORDRES	SCHEMA DES DESORDRES	REFERENCES DES SOLUTIONS DE REPARATION (voir Tableau R et ses annexes)	SCHEMA DES SOLUTIONS
D 31 <u>Petits ouvrages annexes périphériques - ou parties attenantes</u> (escaliers - terrasses - garages ou ateliers accolés à la structure - appendices ou appentis divers - extensions -) - Dévers - décollements dépassant 10 mm d'ouverture maximale - Fissurations de leur structure dépassant 5 mm d'ouverture moyenne	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<u>R 51</u> R 511 - Joint de désolidarisation <i>pour l'escalier</i> R 512 - Renforcement par rigidification de la structure R 513 - Report en profondeur du niveau de fondation R 514 - Protection par géomembrane étanche horizontale enterrée couverte par trottoir R 515 - Réfection totale désolidarisée	<u>R 511</u> <u>R 512</u> <u>R 514</u>
D 32 <u>Dallages extérieurs des voies de circulation</u> Affaissements et fracturations dépassant 5 mm d'ouverture ou de dénivellation moyenne	<input type="checkbox"/>	<u>R 52</u> R 521 - Découpage par joints scés et colmatage des joints et des fractures par produits souples, élargissement et protection des épaulements latéraux avec géomembranes R 522 - Réfection en chaussée rigide avec protections sous-jacentes et latérales par géomembranes ou réfection en chaussée souple	<u>R 521</u> <u>R 522</u>
D 33 <u>Conduites enterrées</u> du réseau de distribution ou du réseau d'évacuation d'eaux pluviales et usées - Fracturations et fuites aux raccords des conduites, et notamment de leurs raccordements à la structure ou à des petits ouvrages	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>R 53</u> R 531 - Remplacement des conduites fracturées et mise en place de systèmes de raccords souples R 532 - Discontinuité d'assouplissement des raccordements à la structure	<u>R 531</u>
D 34 <u>Talus naturels - Talus en remblai et déblais</u> Fluage - reptation - crevasses amont et amorces de glissement	<input type="checkbox"/>	<u>R 54</u> R 541 - Collecte des ruissellements R 542 - Eanchement amont par membrane R 543 - Adoucissement des pentes + couverture en matériaux peu argileux + butée de pied R 544 - Massif de pieds et drainage par tranchées dans le sens de la pente	<u>R 54</u>

N.B. : 1) pour D 31 : Les ouvrages en discontinuité sont ceux qui sont accolés ou attenants au corps principal du bâtiment mais dont la structure est discontinue avec celle de celui-ci
2) pour D 33 : Les désordres des conduites enterrées et de leurs raccordements sont contrôlés par les indices de fuites (zones humides superficielles - végétations hydrophiles) et par examen des regards éventuels.

**PRECONISATIONS TECHNIQUES POUR LA REPARATION DU GROS-OEUVRE
AFFECTE DE DESORDRES DE GRAVITE MAXIMALE F1**

TABLEAU RG (Préselection)

Conditions du sol		S 1 Sols très argileux		S 2 Sols argileux		S 3 Sols peu argileux	
		S 11 e indéfini	S 12 e < 1 m	S 21 e indéfini	S 22 e < 1 m	S 31 e indéfini	S 32 e < 1 m
Soubassement et fondation	Radier Éléments creux et éléments pleins	G 41 . 4 .	R 36	R 325	R 35		
		G 42 . 4 .					
		G 43 . 4 .					
	Éléments creux Maçonnerie + semelle armée ou non armée	G 41 . . 1	R 31	R 33	R 35		
		G 42 . . 1					
		G 43 . . 1	R 31	(R 35)			
	Éléments pleins Maçonnerie + semelle armée	G 41 . 3 . 2	R 31	R 32	R 33	R 34	R 35
		G 42 . . 2					
		G 43 . . 2	R 31	R 32	R 34		
	Ossature poteaux sur semelles isolées armées	G 41 . 30		X		X	X
		G 42 . 30	R 32	X		X	
		G 43 . 30	R 34	(R 35)			

Conditions du sol		S 1 Sols très argileux		S 2 Sols argileux		S 3 Sols peu argileux	
		S 11 e indéfini	S 12 e < 1 m	S 21 e indéfini	S 22 e < 1 m	S 31 e indéfini	S 32 e < 1 m
Ossature et refends	Maçonnerie porteuse éléments creux	R 31					
		G 3 . 1					
	G 3 . 2	R 31	R 321	R 322	R 324	R 326	
G 3 . 3	Ossature MA CM CB	R 31	R 324	R 326			

N.B. : - Les cases G 4 . . 30 marquées d'une croix **X** comportent en outre la solution R 33.

- (R 35) : L'expert doit vérifier systématiquement si cette solution constitue une solution première ou éventuellement en association avec un autre procédé de confortement R 3.

REMARQUES SUR L'OPTIMISATION TECHNICO-ECONOMIQUE DE LA SOLUTION :

Dans l'optique de la recherche d'une solution optimisée du point de vue technico-économique, l'attention de l'Expert est attirée sur la prise en compte des éléments suivants :

- Comparaison des avantages et inconvénients techniques de solutions envisageables avec si possible quantification (Problèmes d'accès, d'installation de chantier - Qualification et savoir faire des entreprises locales - Sauvegarde de l'environnement - Appréciation des garanties de réussite et des risques de mouvements réversibles ultérieurs (gonflements) - Durée d'adaptation et de stabilisation après travaux).
- Incidences financières (Durée des travaux - Evacuation des locaux - Gêne pour les occupants et les riverains - Dégradations supplémentaires provoquées - Risques d'aléas à l'exécution générant des surcoûts - Contraintes juridiques ou administratives...).
- Comparaison des estimations des coûts globaux sur la base des esquisses du présent Guide ou d'avant-projets et après consultation de Bureaux d'Etudes (ou le cas échéant d'entreprises qualifiées).

TABLEAU R (Descriptif des réparations élémentaires)

R 1 TRAITEMENT POUR SUPPRESSION D'APPARENCE DES DESORDRES (Tableau R1)	R 3 ACTION SUR LE GROS-OEUVRE (Tableau R3) - Suite
11 - Bourrage ou injection des fissures avec produits synthétiques souples (type silicones) R 11 <input checked="" type="checkbox"/> 12 - Bourrage ou injection des fissures avec mortier ou coulis de ciment + enduit R 12 <input type="checkbox"/> 13 - Revêtements des zones fissurées par bardages divers R 13 <input type="checkbox"/>	36 - Micropieux répartis sous dalle radier en forme de microplancher champignon R 36 <input type="checkbox"/> 37 - Solution auxiliaire : joint de désolidarisation R 37 <input type="checkbox"/> 38 - Reconstruction de la structure totale ou partielle R 38 <input type="checkbox"/>
R 2 ACTION SUR L'ENVIRONNEMENT (Tableau R2)	R 4 DALLAGES INTERIEURS, PLANCHERS HUISSERIES ET CLOISONS (Tableau R4)
21 - Végétation 211 - Abattage des arbres ou arbustes et neutralisation des souches et racines h/d > 2 R 211 <input checked="" type="checkbox"/> 212 - Conservation de la végétation pour 1 < h/d < 2 par élagage R 212 <input type="checkbox"/> 213 - Paroi antiracine en béton ou en géomembrane (traitée chimiquement) (voir aussi Tableau R 5 en R 514) R 213 <input type="checkbox"/> 22 - Collecte complémentaire des eaux de ruissellements et collecte des eaux de toiture - drainage de nappes souterraines de pentes 221 - Collecte des eaux superficielles R 221 <input type="checkbox"/> 222 - Collecte des eaux pluviales des toitures R 222 <input type="checkbox"/> 223 - Drainage profond et drainage de pente R 223 <input type="checkbox"/>	<u>Dallages sur terre plein</u> 41 - Traitement partiel ou total des dallages par injection R 41 <input type="checkbox"/> 42 - Démolition et création d'une nouvelle assise R 42 <input type="checkbox"/> <u>Dallage sur plancher</u> 43 - Création de plancher sur vide sanitaire appuyé sur murs porteurs R 43 <input type="checkbox"/> 44 - Plancher avec fondations indépendantes R 44 <input type="checkbox"/> <u>Blocage d'ouverture des portes et fenêtres</u> 45 - Démontage des huisseries, usinage ou rabotage et remontage R 45 <input type="checkbox"/> 46 - Remplacement des cadres déformés et des huisseries R 46 <input type="checkbox"/> <u>Cloisons</u> 47 - Ragréage des fissurations et jointoiement des décolllements sous réserve de la réparation du support (dallage) ou du gros-oeuvre R 47 <input type="checkbox"/> 48 - Démolition et réfection totale de la cloison sous réserve de réparation du support ou du gros-oeuvre R 48 <input type="checkbox"/>
R 3 ACTION SUR LE GROS-OEUVRE (Tableau R3)	R 5 PETITS OUVRAGES ANNEXES EXTERIEURS - DALLAGES EXTERIEURS - CONDUITES ENTERREES RACCORDEES A LA STRUCTURE TALUS INSTABLE (Tableau R5)
31 - Reprise partielle des murs en maçonnerie fissurés de l'ossature et du soubassement par étaielements et reconstitution de la maçonnerie avec joints horizontaux armés (principe de la maçonnerie armée)..... R 311 <input type="checkbox"/> ou avec joints ordinaires..... R 312 <input type="checkbox"/> 32 - Rigidification des soubassements et éventuellement de l'ossature au moyen de renforcements utilisant l'un des systèmes suivants : 321 - Longrines en béton armé unilatérales ancrées dans le mur en éléments pleins ou dans le chaînage sur la hauteur du soubassement R 321 <input type="checkbox"/> 322 - Longrines en béton armé bilatérales jumelées et solidarisées, limitées au soubassement R 322 <input type="checkbox"/> 323 - Longrines en béton armé unilatérales haute et basse ancrées dans le mur en éléments pleins ou dans les chaînages et reliées entre elles par potelets en intéressant l'ossature et le soubassement R 323 <input type="checkbox"/> 324 - Longrines en béton armé bilatérales haute et basse reliée par potelets et intéressant l'ossature et le soubassement (chaînages jumelés) R 324 <input type="checkbox"/> 325 - Longrines ancrées dans les radiers R 325 <input type="checkbox"/> 326 - Pour murs de refend, ancrages par forages armés R 326 <input type="checkbox"/> 33 - Reprises en sous-oeuvre pour approfondissement du niveau de fondation par 331 - plots jointifs réalisés en alternances R 331 <input type="checkbox"/> 332 - puits isolés associés à des longrines de report de charge R 332 <input checked="" type="checkbox"/> 333 - Pour murs de refend - Reprise en sous-oeuvre en forme de T R 333 <input checked="" type="checkbox"/> 34 - Micropieux (sous réserve de soubassement en éléments pleins ou de l'existence de semelles suffisamment épaisses d'au moins 35 cm) 341 - en file latérale simple R 341 <input type="checkbox"/> 342 - en files jumelées R 342 <input type="checkbox"/> 35 - Isolement périphérique par système de géomembranes enterrées étanches supprimant les échanges d'eau avec partie horizontale et partie verticale en tranchée avec traitement anti-racine 351 - partie horizontale seule et trottoir R 351 <input type="checkbox"/> 352 - partie horizontale et verticale antiracine R 352 <input type="checkbox"/>	51 - Petits ouvrages annexes périphériques (escaliers-terrasses - ateliers - garages - appendices divers...) 511 - Joints de désolidarisation et couvre joint R 511 <input checked="" type="checkbox"/> 512 - Renforcement par rigidification de la structure R 512 <input type="checkbox"/> 513 - Report en profondeur du niveau de fondation R 513 <input type="checkbox"/> 514 - Protection par géomembrane étanche horizontale et enterrée R 514 <input type="checkbox"/> 515 - Réfection totale avec joint de désolidarisation R 515 <input type="checkbox"/> 52 - Dallages extérieurs des voies de circulation 521 - Découpage par joints sciés et colmatage des joints et des fractures par produits souples - Elargissement et protections des épaulements latéraux avec géomembrane R 521 <input type="checkbox"/> 522 - Réfection avec protections sous jacentes et latérales par géomembranes ou réfection en chaussée souple R 522 <input type="checkbox"/> 523 - Injection coulis de ciment R 523 <input type="checkbox"/> 53 - Traitement des conduites enterrées 531 - Remplacement des conduites fracturées et mise en place de système de raccords souples R 531 <input checked="" type="checkbox"/> 532 - Discontinuité et assouplissement des raccords à la structure R 532 <input type="checkbox"/> 54 - Désordres des talus 541 - Collecte des eaux de ruissellement R 541 <input type="checkbox"/> 542 - Etanchement amont des crevasses par membrane R 542 <input type="checkbox"/> 543 - Adoucissement des pentes + couverture en matériaux inertes peu argileux + butée de pieds R 543 <input type="checkbox"/> 544 - Massif de pieds et drainage par tranchées aval sens de la pente R 544 <input type="checkbox"/>

N.B. : Voir schémas de principe correspondants

FICHE DE SYNTHÈSE CODIFIÉE
(EXPERTISE - DIAGNOSTIC - SOLUTIONS)

HPPE	
Environnement	E 13 E 23 E 311 E 41 E 51
E + HPH	

Identification	G 1 75
Gros-Oeuvre	G 2 122
ossature + fondation	G 3 22
G	G 4 1322
	G 51

Identification du sol	S
Nature	IZI29
Epaisseur	
Consistance	
Sensibilité	

Relevé des désordres	D 11 D 21 11 / D 21 21 D 22 10 / D 22 20 D 31 / 33 D 40 D 51 g p
D	E 3 g p

DIA - E			
E 2	E 3	E 5	K

DIA - G		
Ossature D 211	IP	
D 212	IP	
Soubass' D 221	0	
D 222	0	
D Type	A B C K	
Gravité		
F 1	F 2	F 3
K		

DIA - Z		
D 41	D 42	D 43
0	0	0

DIA - X			
D 31	D 32	D 33	D 34
K		K	

DIA - P	
Out	Non
Out	

RG			
PRESELECTION			
S	1	2	2
G 3	2	2	2
G 4	1	3	2
R 31 - 32 - 33 34 - 35 - 36			

Répertoire des solutions R												
R 1	R 11	R 12	R 13									
R 2	R 211	R 212	R 213									
	R 221	R 222	R 223									
	R 311	R 312										
	R 321	R 322	R 323									
	R 324	R 325	R 326									
R 3	R 331	R 332	R 333									
	R 341	R 342										
	R 351	R 352										
	R 36	R 37	R 38									
	R 41	R 42										
	R 43	R 44										
R 4	R 45	R 46										
	R 47	R 48										
	R 51	R 512	R 513									
	R 514	R 515										
	R 521	R 522	R 523									
R 5	R 53	R 532										
	R 541	R 542	R 543									
	R 544											

N.B. : Entourer la ou les solutions retenues

FICHE DE SYNTHÈSE DE L'EXPERTISE

Nom et références de l'expert :
.....
.....
Compagnie
Police n°
Dossier compagnie

1. Nom et adresse de l'assuré : Mme Mue CÉBURE
2. Situation du risque : Indre et Loire
3. Date de l'expertise : Juin 90
Juillet 91

I - Conditions de l'environnement E

- 1 - Topographie du terrain : Terrain en très légère pente (~ 5%)
- 2 - Collecte des eaux de ruissellement et des eaux pluviales de toiture : Correcte, pompe de relevage.
- 3 - Nappes éventuelles : inférieure à 4m
- 4 - Hauteur de pluviosité efficace : 5.2% Période de référence (6 mois) : oct.88 - Mars 89
- 5 - Végétation incriminable : oui - un saule
- Adresse de la station météorologique la plus proche consultée : Service Régional de la Météorologie de Tours.

II - Description du Gros-œuvre G

- Date de la fin de construction : 75 - Nombre de niveaux : R+0 - Sous-sol total ou partiel : partiel
- Profondeur niveau de fondation par rapport au sous-sol : 0.25 par rapport au sol extérieur : 1.20
- Constitution de l'ossature : Parpaings
- Constitution du soubassement : Murs banchés
- Constitution de la fondation : Semelle continue armée
- Constitution du plancher bas : Dallage sur terre plein

III - Identification et caractéristiques du sols S

- Nombre de sondages et situation (schéma) : 4 (fig. 1) - Nature du sol - Coupe (voir schéma) : figs 3/5/6/7/8
- Epaisseur sous fondation : ~ 1m angle gris verdâtre
- Identification : Indice de plasticité : 40 Consistance : 0.5
- Profils hydriques et interprétation : manquant

IV - Relevé des désordres D

- Date d'apparition des désordres : Automne 89 Date d'aggravation : -
- Fissurations et affaissements du Gros-œuvre :
ossature : - ouverture moyenne des fissures : > 3mm
soubassement : horizontales et inclinées > 3mm
- Désordres extérieurs des ouvrages et aménagements périphériques : Escaliers d'accès - canalisation
- Désordres intérieurs (dallages, cloisons) : -

V - Diagnostic - interprétation DIA-P DIA-E DIA-G DIA-Z DIA-X

- Les désordres sont-ils attribuables à la sécheresse : oui
- Avec végétation incriminable : oui
- Sans végétation incriminable : -
- Conditions particulières de l'environnement : -
- Causes essentielles : Sol argileux sensible sous fondation : oui Niveau de fondation trop superficiel : non
- Rôle localisé de végétation proche des murs : Un saule trop près des murs aura
- Structure insuffisamment rigide pour les efforts parasites dus à la sécheresse : -
- Type de désordres et gravité : La façade nord Est présente une fissure
ouverte horizontale (> 3mm) au niveau du plancher
regard chaussée et l'intérieur du sous-sol les murs de
réfend. présentent de nombreuses fissures obliques en escalier

VI - Préconisations techniques pour réparation R et RG

- Environnement : Abattage et neutralisation du Saule (R11)
- Gros-œuvre (ossature + fondation) : Reprise par puits (R332) + T (R333)
- Ouvrages et aménagements extérieurs : Radicalisation de l'escalier / puits et de
conduites d'eau
- Aménagements intérieurs : -

VII - Eléments incidents à prendre en considération pour l'optimum technico-économique

On consultera des Entreprises locales qualifiées pour les reprises en
sous-œuvre. Surtout à prévoir pour les travaux de démolition
et reconstitution d'une partie du dallage dans la cave

Recommandations particulières relatives aux solutions préconisées

Reprise par puits isolés (rectangulaires, sous forme de large barettes) préférable à la reprise par plots continus sous les murs extérieurs. On limitera la profondeur des fouilles (15-1.5m) dès que le bon terrain sera rencontré. La solution plots joints est envisageable vu la largeur des semelles (80-85 cm).

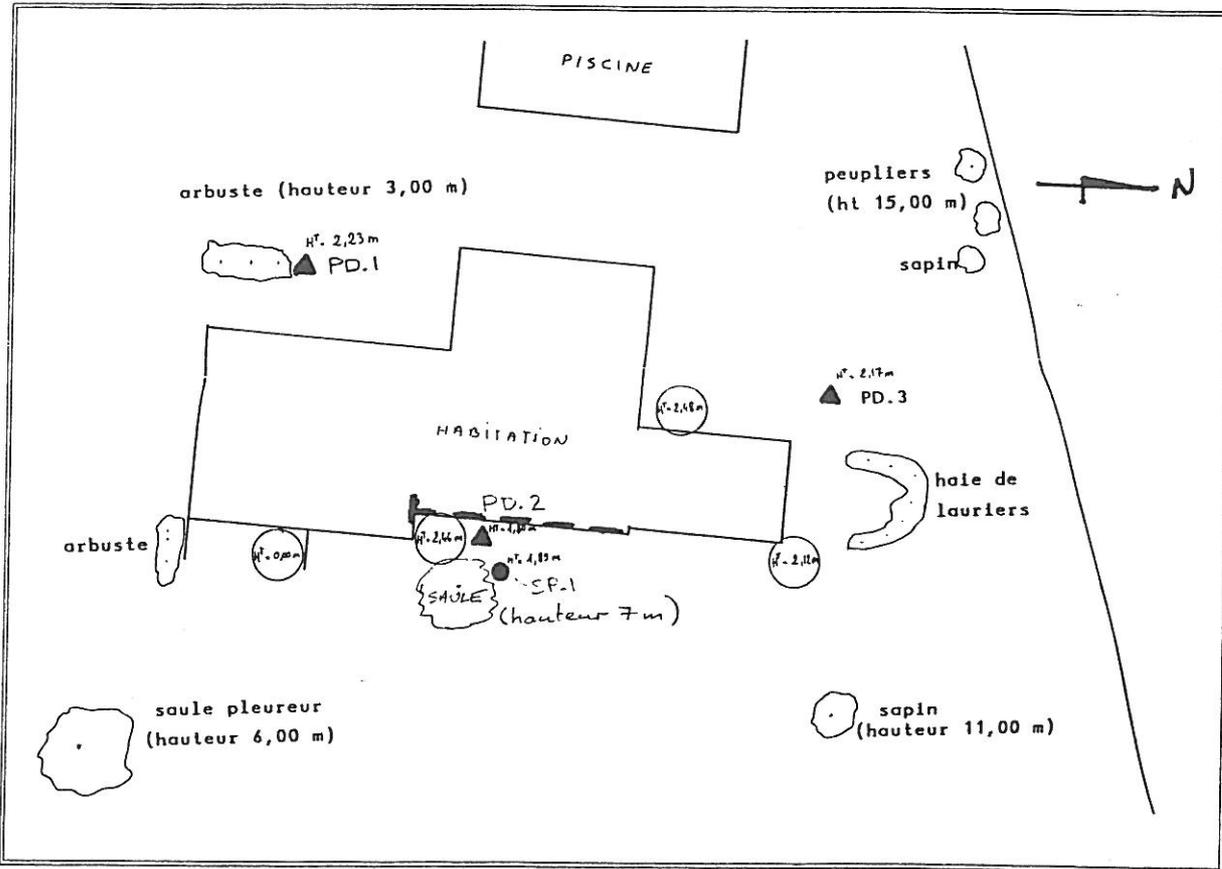
Recommandations relatives à la poursuite de l'expertise et à l'aboutissement de la requête :

Dans les cas de solutions lourdes exigées par des désordres de la structure de gravité maximale, il convient, à l'appui des données du présent diagnostic et des solutions de principe envisageables, de procéder à une étude de projet et à une estimation des travaux. Dans ce but, il sera nécessaire de consulter un bureau d'Etudes et une entreprise ayant les qualifications voulues. Les solutions de principe illustrées par des schémas donnés dans le Guide doivent être suffisantes pour une telle consultation.

Dans le cas de solutions simples les estimations des travaux pourront être obtenues directement auprès de petites entreprises ou d'artisans.

- organisme consulté :
- montant du coût de l'étude du projet et de son estimation :
- solutions retenues :
- montant du coût des travaux de réalisation :

Plans et schémas



Commentaires particuliers :

On limitera la reprise en sous-œuvre à la partie nord-est du mur de façade qui présente les désordres les plus importants (environ 8-10m)

Fait à : Le : Par :

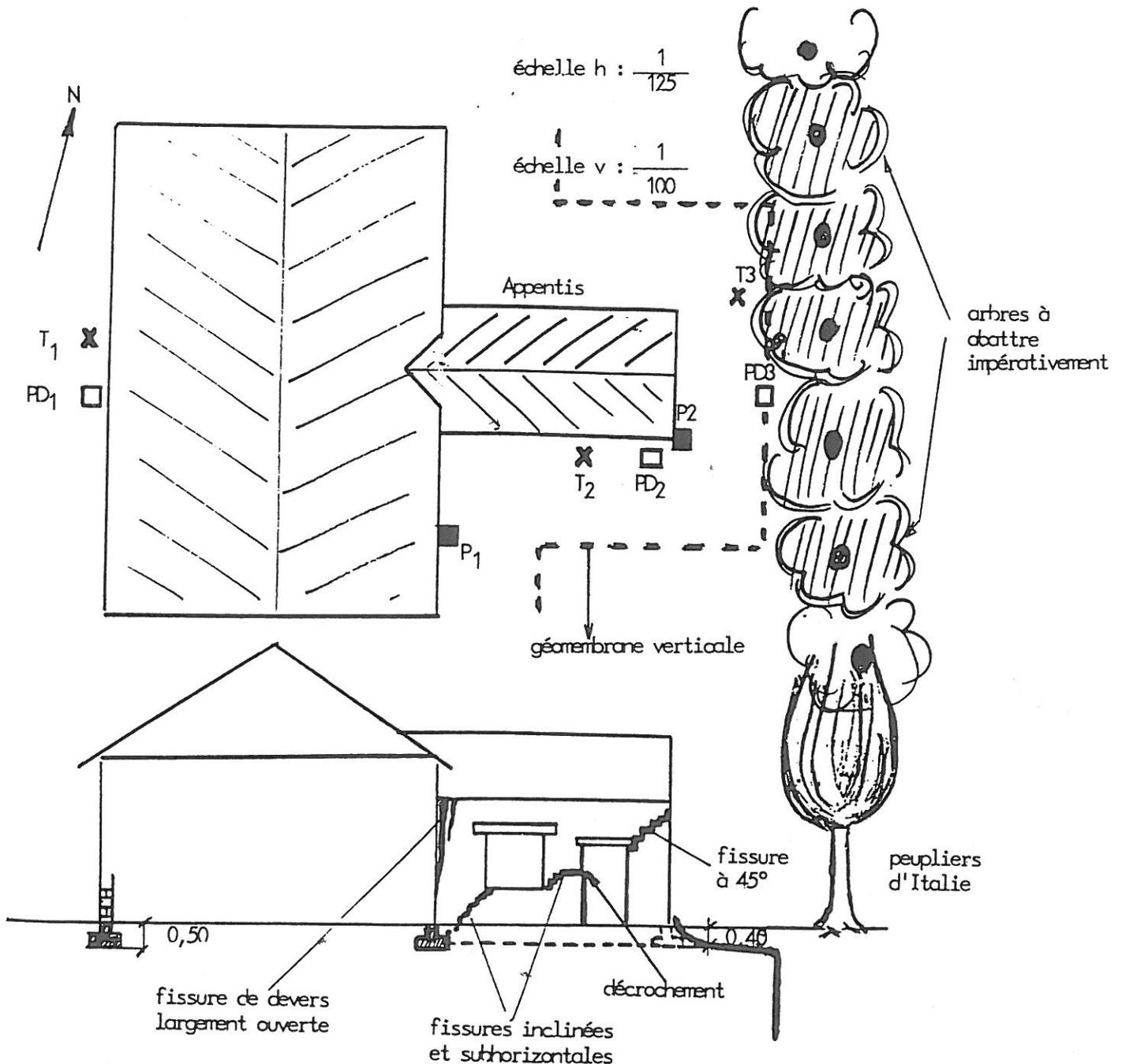
ANNEXE IV-2

ANNEXE IV-2

EXEMPLE B : CHARENTE MARITIME

PRESENTATION GENERALE DU SINISTRE

- Villa individuelle de 90 m² au sol à RdC sans sous-sol ; dallage sur terre-plein
- Présente une partie légèrement moins haute, en décrochement par rapport au bâtiment principal rectangulaire ; dénommée par la suite "appentis" (voir schéma)
- une ligne de peupliers très proches fait face au pignon de cet appentis
- Suite à l'apparition en Août 1990 de désordres (fissures) sur l'appentis, une expertise a été demandée par une compagnie d'Assurance à un expert-construction à l'aide du GUIDE PRATIQUE.



I. RECUEIL DE DONNEES

- date expertise : fin Août 1990

Investigations et recueil des informations :

E. Environnement

E₁ Pentes : le terrain est sensiblement plat et ne présente aucune particularité (pas de talus de terrassements, pas de remblais)

Code : E₁₃

E₂ Eaux superficielles : les eaux de tous les pans de toiture sont convenablement recueillies et évacuées.

aucune anomalie due aux eaux de ruissellement et aucune surface revêtue imperméable à la périphérie du bâtiment

Code : E₂₃

E₃ Eaux souterraines : aucune nappe n'existe à une profondeur inférieure à 4 mètres (vérification faite à l'occasion de sondages pénétrométriques)

Code : E₃₂

E₄ Pluviosité efficace PE et hauteur de pluviosité efficace HPE

Dans la période de 24 mois précédant l'apparition des désordres, les données pluviométriques communiquées par le Centre Départemental de la Météorologie le plus proche ont permis de déterminer les valeurs moyennes de HPE pendant plusieurs épisodes de référence.

- épisode de 24 mois :

o de Juillet 88 à Juillet 90 : PE cumulé = 4 730 mm

- épisode de 12 mois (on choisit dans le cas présent 2 épisodes à fort déficit marqué) [1]:

o d'Octobre 88 à Octobre 89 : PE cumulé = 1 785 mm

o de Juillet 89 à Juillet 90 : PE cumulé = 2 140 mm

[1] Dans le cas général on ne considère qu'un seul épisode

- épisode de 6 mois (on choisit 2 épisodes à fort déficit marqué) [1] :
 - o de Mai 89 à Octobre 89 : PE cumulé = 158 mm
 - o de Février 90 à Juillet 90 : PE cumulé = 330 mm

Les moyennes trentennales correspondantes sont les suivantes :

- pour 12 mois et plus : \overline{PE}_{12} = 240 mm/mois
- pour 6 mois (Mai à Octobre) $\overline{PE}_{6.1}$ = 86 mm/mois
- (Février à Juillet) $\overline{PE}_{6.2}$ = 125 mm/mois.

On vérifie les conditions de normalité, en déterminant

$$HPE = \frac{PE}{\overline{PE}}$$

D'abord pour les épisodes de 6 mois :

- Mai - Octobre 89 $HPE = \frac{26}{86} = 30 \%$
- Février - Juillet 90 $HPE = \frac{55}{125} = 44 \%$

Les valeurs de HPE étant inférieures au seuil de normalité de 55 %, on considère que pendant 2 périodes de 6 mois consécutifs le déficit de pluviosité a été tel que l'on se trouve dans une configuration de sécheresse conventionnelle :

 Code : E₄₁

[A supposer que la condition de normalité ait été satisfaite pour les épisodes de 6 mois, on aurait étudié alors les périodes de 12 mois :

- Oct. 88 à Oct. 89 $HPE = \frac{149}{240} = 62 \%$ sécheresse anormale
- Juillet 89 à Juillet 90 $HPE = \frac{178}{240} = 74 \%$ sécheresse normale.

Il suffit que la condition d'anormalité soit remplie pour 1 cas de figure (Oct. 88 à Oct. 89) pour conclure à une configuration de sécheresse.

[1] Dans le cas général on ne considère qu'un seul épisode

Pour mémoire, la vérification de la condition sur 24 mois conduit à :

$$\text{HPE} = \frac{197}{240} = 82 \% \quad (\text{HPE dans le domaine de normalité})$$

E5 Végétation : La rangée de peupliers est très proche (< 4 m) de la partie en décrochement

$$H/D > 3 \text{ donc } H/D > 1$$

Code : E51

G. Gros Oeuvre

G1 Date fin de construction : 1974

Code : 99 -74

G2 Niveaux : Pas d'étage et absence de sous-sol

Code : G211.

G3 Ossature : Maçonnerie en éléments pleins (briques pleins), porteuse, non chaînée

Code : G312

G4 Fondation et soubassement : Après exécution de 2 fouilles pour reconnaître les fondations, l'expert relève la profondeur P_3 du niveau de fondation vis-à-vis du sol extérieur (confondue dans le cas présent avec P_2 profondeur vis-à-vis de la surface accessible la plus proche).

$$\begin{aligned} P_3 &= 0,50 \text{ m} && \text{en façade opposée à l'appentis (Côte Ouest)} \\ P_3 &= 0,40 \text{ m} && \text{sous l'appentis.} \end{aligned}$$

Les semelles ont été examinées, après avoir été dégagées ; elles sont de type continu, non armées, (petites dimensions, épaisseur et largeur non constantes, forme non géométrique). Sous l'appentis en particulier les semelles présentent un profil assez informe.

Le soubassement, de 0,25 à 0,30 de hauteur est en briques pleines.

Code : G41112

G₅ Niveau bas : dallage béton, non lié aux murs, reposant sur terre-plein :

Code : G51

Résumé :

Codes : G211. G312 G41112 G51

S. Description des sols

1. Investigations

L'expert a fait réaliser par une agence locale du CEBTP une reconnaissance de sols sur la base de :

- 2 puits (les mêmes qui ont servi à reconnaître les fondations) P₁ et P₂
- 3 forages à l'aide d'une tarière à main T₁ à T₃
- 3 essais de pénétration dynamique PD₁ à PD₃.

Des prélèvements d'échantillons remaniés ont été effectués au cours des forages à la tarière et des essais d'identification ont été entrepris, ainsi que des mesures de teneur en eau.

L'implantation des points de reconnaissance figure sur le plan.

Les résultats des essais sont les suivants :

- Forage T₁ (façade avant côté Ouest) : (à partir d'un avant-trou de 0,20 m ayant traversé une couche superficielle caillouteuse remblayée).
0,20 à 1,90 m : argile grise assez consistante jusqu'à 1,10 m devenant légèrement collante au-delà ; blocage de la tarière à 1,90 m.
- Forage T₂ (à proximité de la zone des fissures)
0,25 à 2,90 m : argile grisâtre, consistante en tête jusqu'à 1 m environ ; plastique au-delà
Arrêt de la tarière par blocage à 2,90 m.
- Forage T₃ (à proximité des peupliers)
0,00 m à 2,70 m : argile grisâtre assez consistante jusqu'à 1,00 environ ; plastique au-delà
Arrêt de la tarière par blocage à 2,70 m.

Trois profils hydriques ont été établis à partir des mesures des teneurs en eau des échantillons prélevés tous les 20 cm au cours des forages (*voir courbes d'évolution des teneurs en eau W en fonction de la profondeur sur le diagramme joint*).

On constate que jusqu'à 1 m de profondeur les teneurs en eau sont relativement faibles surtout du côté Est (zone des fissures et des arbres) et elles retrouvent brutalement des niveaux élevés et variant peu à partir de 1,10 m.

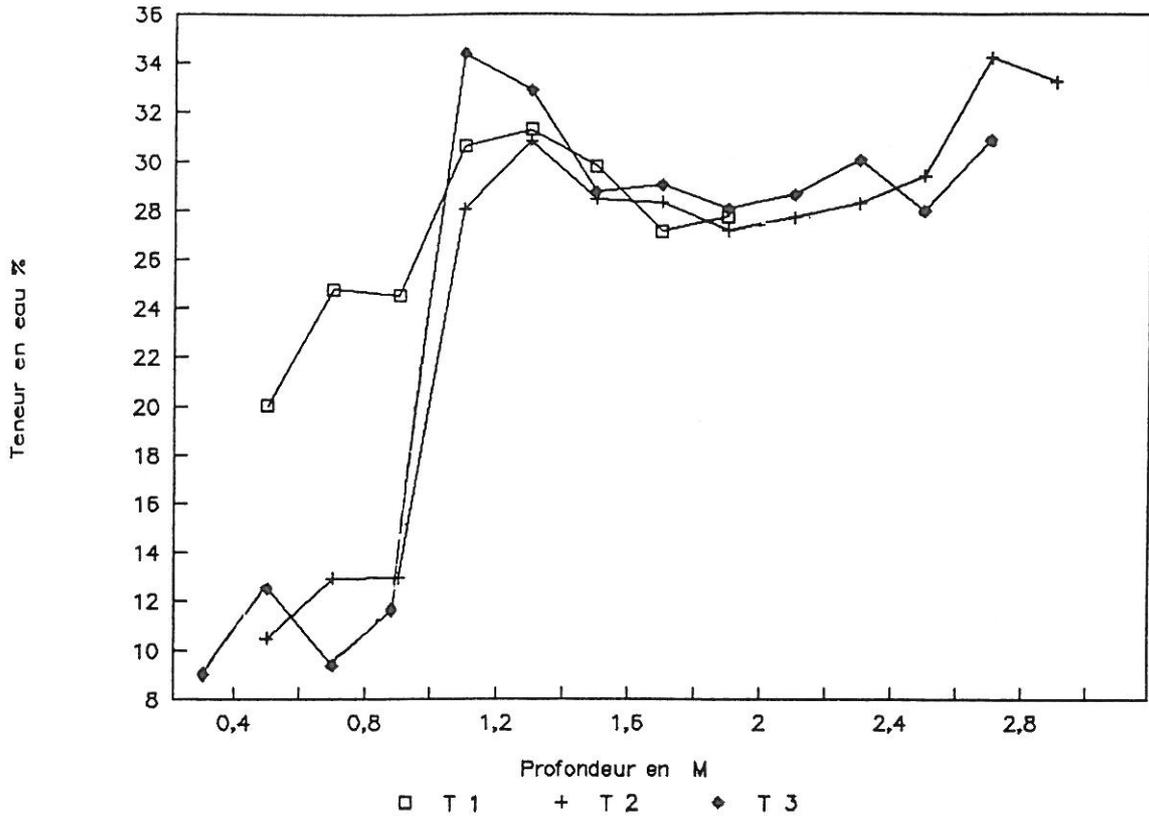
Les tarières ayant été bloquées dans la couche d'argile, des essais de pénétration ont été réalisés afin de reconnaître l'épaisseur de cette couche d'argile et la profondeur du toit de la fondation sous-jacente (couche calcaire-marneuse). Les courbes de pénétration figurant sur le 2^e diagramme joint indiquent la variation de la résistance de pointe à la pénétration en bars en fonction de la profondeur, et le niveau du calcaire marneux :

- Pénétrromètre PD₁ : (façade avant, côté Ouest) : épaisseur de la couche d'argile : 4,80 m
- Pénétrromètres PD₂ et PD₃ : (fissures et peupliers) épaisseur supérieure à 5,50 m

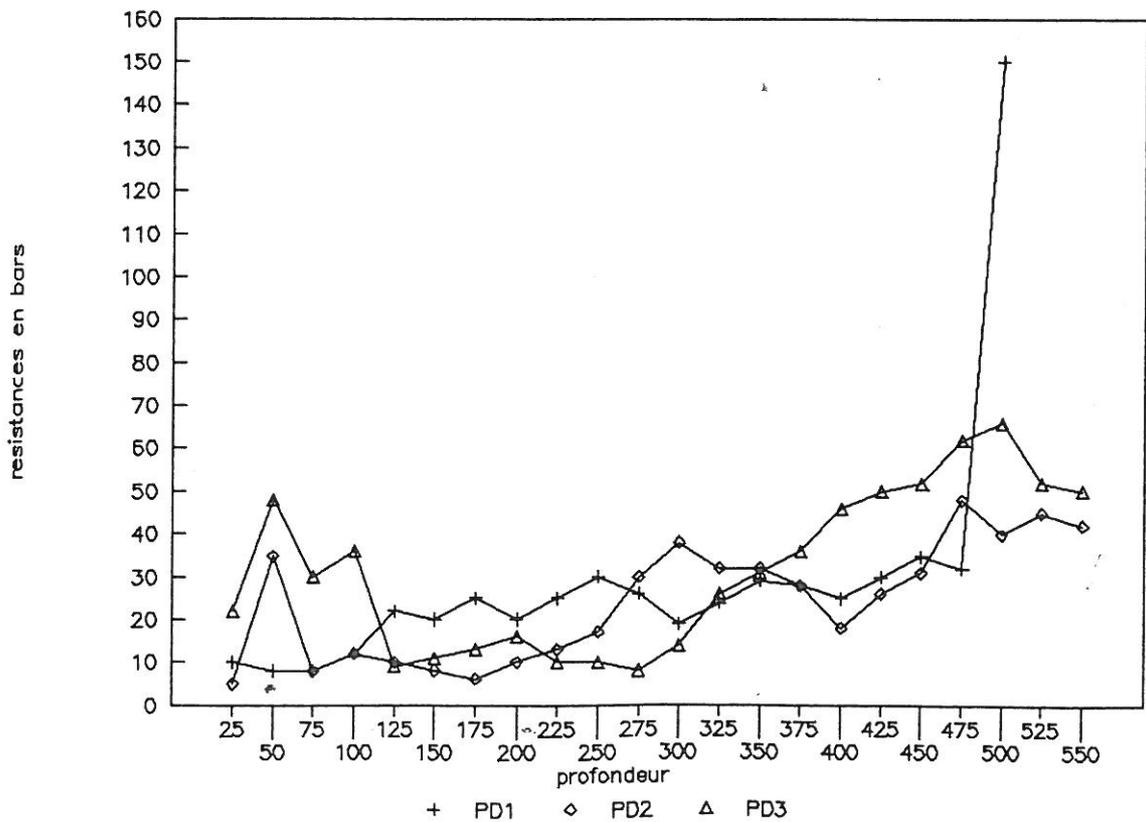
Essais de laboratoire

Les résultats figurent dans le tableau suivant :

Tarière Echantillon	Profondeur	analyse granu- lométrique % de fines F.	teneur en eau W _n %	limite de liquidité W _L	limite de plasticité W _P	indice de plasticité I _P	indice de consistance I _C
T ₁ E ₁ E ₂ E ₃ E ₄	0,50	65	20	58	30	28	1,35 F
	0,90	58	24,5	52	27	25	1,10 F
	1,10	72	30,6	54	27	30	0,78 P
	1,30	77	31,3	55	23	32	0,74 P
T ₂ E ₁ E ₂ E ₃ E ₄ E ₅	0,50	48	10,5	39	22	17	1,70 F
	0,70	83	13	48	26	22	1,60 F
	0,90	77	13	57	30	27	1,62 F
	1,10		28	48	25	23	0,87 P
	1,30	{68	30,8	50	27	28	0,68 P
T ₃ E ₁ E ₂ E ₃ E ₄ E ₅ E ₆	0,5	70	12,5				1,40 F
	0,7	65	9,3	{51	{24	27	1,54 F
	0,9	74	15,1				1,50 F
	1,1	80	34,5	{54	{28	26	0,75 P
	1,30		32,8				0,82 P
	1,50	{78	28,8	{55	{28	27	0,97 P



Essais de pénétration dynamique



2. Identification

Nature : IP compris entre 15 et 32 et % de fines compris entre 48 et 83 %.
sols moyennement argileux :

Code : S_{2..}

2^e indice d'épaisseur : L'épaisseur sous le niveau de la fondation de la couche argileuse est d'au moins 4 m :

Code : S_{21.}

3^e indice de consistance minimale I_C :

Tous les échantillons prélevés à moins de 1 m ont subi une forte dessiccation et leur indice de consistance est nettement supérieur à 1 (de 1,1 à 1,7 - consistance ferme F).

Les échantillons prélevés à partir de 1,10 n'ont pas subi de dessiccation et présentent des indices de consistance compris entre 0,68 et 0,97 (plastique). Ce sont ces dernières valeurs qui sont à prendre en compte pour caractériser l'état initial du sol avant l'action présumée de la sécheresse ; elles correspondent à une consistance plastique :

Code : S₂₁₂

4^e indice : Variation ΔI_C de l'indice de consistance entre les argiles ayant subi une dessiccation en surface et celles qui sont restées protégées de l'effet de la sécheresse au-delà de 1 m :

Tarière 1	ΔI_C	\geq	0,32
Tarière 2	ΔI_C	\geq	0,73
Tarière 3	ΔI_C	\geq	0,43

Ces valeurs traduisent une très forte sensibilité des sols à la dessiccation :

Code : S₂₁₂₁

D. Désordres

- coïncidence de l'apparition des désordres avec période de sécheresse : oui

Code : D₁₁

- les désordres se manifestent par :

- o une large fissure verticale de devers entre l'appentis et le corps principal du bâtiment (largeur maximale en tête : 12 mm ; fissure se développant jusqu'au soubassement).

- des fissures subhorizontales et inclinées à 45° dans les murs latéraux de l'appentis et se poursuivant dans le soubassement, ouvertes de plus de 3 mm en moyenne (avec un fort décrochement des lèvres au droit du montant de l'ouverture de la porte).

Les fissures existantes sont partielles, puisque localisées à l'appentis ; elles sont caractérisées simultanément par 2 types :

- fissures de la maçonnerie formant l'ossature de l'appentis

Codes : D2221P et D2122P

- Large fissure verticale de dévers entre l'appentis et le corps principal du bâtiment, affectant le gros-oeuvre général de la construction :

Code : D2111P

(On peut rattacher ce cas au cas d'une fissure de devers affectant une partie en discontinuité structurelle avec le corps principal du bâtiment, c'est-à-dire code D31).

Aucune fissure n'affecte le gros-oeuvre du corps principal du bâtiment.
Par ailleurs le seul désordre constaté dans les aménagements du second oeuvre affecte l'huissierie de la porte de l'appentis donnant sur l'extérieur :

Code : D42

II. DIAGNOSTIC

II.1. Diagnostic préliminaire DIAP

* Consultation D : Il y a coïncidence entre date d'apparition des désordres et période de sécheresse
Réponse : Oui

* Consultation E : E₄ Pluviosité : HPE 6 mois < SN 6 mois

On coche la case Oui correspondante.

E₃ Nappe : Il n'y a pas de nappe (ce qui équivaut à dire que la profondeur est supérieure à 4 m). On se trouve bien dans le cas E32 et l'on coche la case Oui

* Consultation S et G : Les entrées S212 et G41112 conduisent dans le tableau à grille à une case blanche c'est-à-dire à une réponse Oui, correspondant à une sécheresse incriminable dans les désordres [2]

- La conjugaison de ces 4 Oui permet de conclure d'ores et déjà à l'incrimination de la sécheresse.

* Consultation E₅ : $h/d > 1$ et il y a coïncidence et proximité entre la localisation des désordres et celle de la végétation (particulièrement agressive dans le cas de peupliers.).

On se trouve dans le cas Oui en ce qui concerne la présence de végétation incriminable.

La conjugaison des 5 Oui, permet de conclure à l'incrimination à la fois des effets de la sécheresse et de ceux de la végétation, dans l'apparition des désordres.

II.2. Diagnostic Environnement :

- E₂ (eaux superficielles) et E₃ (eaux souterraines) :

pas d'incidence de ces facteurs sur les désordres

- E₅ végétation (dont on a vu qu'elle avait un rôle actif).

La condition $h/d > 2$ est vérifiée (dans notre cas $h/d > 3$)

d'où un premier facteur pouvant faire l'objet d'un traitement : les arbres les plus proches seront abattus (voir plus loin).

II.3. Diagnostic Gros-Oeuvre DIA.G :

Les cas D2221P et D2111P de désordres conduisent pour l'appentis à une configuration A (soubassement et ossature fissurés) correspondant à un degré de gravité maximale F₁.

Dans un premier temps l'attention est donc attirée par le fait qu'il s'agit de désordres graves et qu'il faudra rechercher la solution de traitement du gros-oeuvre de l'appentis parmi les solutions dites lourdes R31 à R37.

[Une autre approche aurait été de caractériser les désordres par D2221P et D31 en considérant l'appentis comme structurellement discontinu du bâtiment principal ; la consultation de DIAG avec seulement D2221P aurait abouti également au même résultat de gravité F₁].

[2] Il faut bien noter que la condition (4) lorsqu'elle est affirmative, n'est pas en elle-même suffisante pour en déduire que la sécheresse est incriminante ; elle permet de conclure seulement que la sécheresse peut être incriminée, sous réserve des conditions (1) à (3), et qu'elle n'est donc qu'incriminable.

II.4. Diagnostic des désordres intérieurs (DIA.Z) :

Au désordre D42 (blocage d'ouverture de la porte extérieure) correspond la solution R46.

II.5. Diagnostic des désordres des aménagements extérieurs ou des parties discontinues (DIA.X) :

Comme on l'a déjà indiqué le sinistre étudié peut également être assimilé au cas d'une partie attenante structurellement discontinue du corps principal du bâtiment, se "décochant" de celui-ci et soumis à un renversement avec fissure de devers verticale de largeur décroissante du haut vers le bas (cf schéma 10a).

Le traitement à rechercher se trouverait alors parmi les solutions élémentaires R₅₁ :

- R.511 : Cette solution s'impose d'elle-même : il faut substituer à une ouverture qui s'est créée naturellement mais anarchiquement, un joint de désolidarisation franc permettant à l'appentis d'avoir un comportement indépendant de celui du bâtiment principal.
- R512 : Cette solution s'impose également ; la désolidarisation de l'appentis n'a de sens que si la structure de cette partie est rigidifiée.
- R513 : Le report du niveau de fondation en profondeur ne présente pas d'intérêt dans ce cas (reprise en sous-oeuvre trop conséquente eu égard à l'importance de l'appentis).
- R514 : La protection par géomembrane horizontale seule n'est pas à retenir car non suffisante : elle n'assure une protection que contre les effets de dessiccation de la sécheresse (déjà acquis). Elle n'est envisageable, comme nous le verrons plus loin que si elle comprend également une protection verticale (cf R35).
- R515 : Solution ultime ; non nécessaire dans le cas présent.

Nous verrons que ces solutions se recoupent avec les solutions R3 résultant de l'approche de DIAG uniquement par D2221P.

III. INTERPRETATION GENERALE

III.1. Explication des phénomènes et des mécanismes

Les sols argileux ont été desséchés d'une manière générale et de façon très importante sur 1 m de profondeur.

A partir de 1,10 m, la teneur en eau W est relativement constante et homogène (27 à 30 %).

Côté Ouest la variation de teneur en eau ΔW_1 est d'environ 7 % (courbe T₁).

La dessiccation est beaucoup plus marquée du côté de l'appentis et des arbres (courbe T₂) avec une variation ΔW_2 de 17 % ; elle est encore légèrement plus accentuée à proximité immédiate des arbres (courbe T₃) avec une variation ΔW_3 de 20 %. Les sols argileux rencontrés sont très sensibles aux échanges d'eau. (On a vu que ΔI_C très largement supérieur à 0,1).

L'ordre de grandeur de la variation relative d'épaisseur d'une couche par rétraction due à une variation ΔW de teneur en eau peut être estimée par (cf annexe 1) :

$$\frac{\Delta H}{H} = \frac{1}{3} \frac{D \Delta W}{1 + D.W} \quad (\text{On suppose pour cela que les sols restent saturés ou voisins de la saturation}).$$

avec D : poids spécifique apparent (ici sans dimension = 2,7)

$$\frac{\Delta H_1}{H_1} = 0,035 \text{ soit } 1,7 \text{ cm pour l'épaisseur d'argile ayant subi du retrait sous la semelle du bâtiment principal.}$$

$$\frac{\Delta H_2}{H_2} \text{ et } \frac{\Delta H_3}{H_3} = 0,085 \text{ à } 0,096 \text{ soit de } 5 \text{ à } 6 \text{ cm pour les } 60 \text{ cm d'argile ayant subi du retrait sous la semelle de l'appentis.}$$

D'où un tassement différentiel de l'ordre de 4 cm entre le bâtiment principal dont on peut penser qu'il a subi lui-même un tassement global de 1,7 cm (sans tassements différentiels localisés trop importants et auxquels a résisté sa structure) et l'appentis dont la structure n'a pu supporter les moments correspondants.

En résumé le facteur actif des désordres est la dessiccation (d'ailleurs différentielle) de sols argileux sensibles sous l'effet de la sécheresse et de la succion d'arbres et le facteur passif est l'insuffisance de la fondation et surtout la fragilité de l'ossature de l'appentis et sa solidarisation avec le corps principal du bâtiment.

III.2. Principes de solutions de réparation

De la compréhension de la cause et du mécanisme des désordres, découle les principes des solutions à envisager, déjà abordés au stade des diagnostics DIA.

- désolidarisation totale de l'appentis par rapport au bâtiment principal
- rigidification de l'ossature de l'appentis
- retour à un état d'équilibre hydrique général des sols de fondation.

On exclura toutes les solutions de reprise en sous-oeuvre.

Bien évidemment, les solutions préconisées sont à associer avec celles de la famille R₁ (suppression de l'apparence de toutes les fissures).

IV SOLUTIONS DE REPARATION :

On a vu que le choix des solutions à préconiser s'inscrit dans le cadre de la famille R₃ (solutions lourdes) et par une autre approche, dans celui de la famille R₅₁.

On peut constater que les solutions retenues à partir de ces deux familles se rejoignent :

Solutions "lourdes" R ₃

La consultation du tableau RG conduit à une première sélection de solutions envisageables techniquement. Un choix doit être fait parmi cette présélection R₃₁ à R₃₅.

- R₃₁ : Reprise partielle des parties fissurées des murs de l'appentis avec reconstitution de la maçonnerie et joints horizontaux armés (solution et schéma R311) ; compte tenu du fait que le soubassement est de faible hauteur et facile à dégager cette reconstitution sera entreprise dans les parties en élévation des murs et du soubassement affectées par les fissures.

Cette solution élémentaire consistant à armer, donc à rigidifier l'ossature rejoint et recoupe la solution R₅₁₂.

- R₃₂ : Rigidification du soubassement et
- R₃₃ : reprise en sous-oeuvre (de l'appentis)

Dans l'optique de la recherche d'un optimum technico-économique, ces deux solutions qui en théorie conduiraient à rendre la structure apte à encaisser tous les efforts dus à des mouvements de sol et à stabiliser la construction, seraient très onéreuses ; elles ne sont donc pas à retenir.

- R₃₄ : (micropieux) inapplicable à cause de la trop faible épaisseur des semelles et des difficultés d'ancrage des têtes de pieux ; sans intérêt du point de vue économique (coût prohibitif compte tenu de la longueur nécessaire pour atteindre le niveau résistant à au moins 5 m de profondeur).
- R₃₅ : isolement périphérique par géomembranes enterrées verticalement et horizontalement dans la mesure où certains arbres (hormis les plus proches) étant maintenus, il est nécessaire de rendre plus homogène l'état hydrique des sols de surface tout autour de la maison en supprimant l'effet différentiel de la dessiccation provoqué par la succion de ces arbres (schéma R352).

Cette solution peut ne pas être retenue si l'on procède à un abattage étendu des arbres (voir plus loin).

- R37 : joint de désolidarisation :

- dégagement et rafraîchissement de la fissure verticale de devers (ou création d'une saignée ou d'une ouverture franche, découpées exactement à l'interface murs de l'appentis/façade du bâtiment dans le cas où sur certaines longueurs la fissure s'écarte légèrement de cet interface). Cette opération doit se faire jusqu'à la base du soubassement donc après avoir dégagé ce dernier. On ne touchera pas à la semelle qui pourra toujours se comporter en cet endroit, comme une articulation.
- rebouchage de l'espace avec un produit de synthèse souple (élastique) et étanche.
- protection supérieure contre les infiltrations par un solin ou un couvre-joint horizontal et recouvrement par un couvre-joint vertical (schéma R512).

Solution R51

- R511 : (solution qui se confond avec la solution R37)
- R512 : (solution qui se confond avec la solution R31)
- R514 : (solution qui se fond dans la solution R35).

Recommandations :

Il faut tenir compte du fait qu'on ne stabilise pas l'appentis. On lui permet de continuer à se mouvoir grâce au joint souple, à condition :

- de lui conférer une rigidité suffisante (armature du jointolement de la maçonnerie)
- que ces mouvements restent admissibles c'est-à-dire qu'on limite le différentiel de dessiccation entre la partie Est du bâtiment et la partie Ouest.

* La première action à entreprendre est de neutraliser l'action des arbres, par un abattage partiel ou étendu.

Des considérations d'environnement, de voisinage... seront à prendre en compte pour le choix entre :

- l'abattage étendu : Concerne tous les arbres situés à une distance d suffisamment grande (s'agissant d'arbres pas tout à fait adultes et susceptibles de grandir encore un peu, on considérera pour plus de sécurité une distance $d > h$ soit $d = 1,5 h$).
On ne mettra pas alors en place de géomembranes antiracines, considérant qu'au-delà d'une distance $1,5 h$ la succion des arbres ne se fait plus sentir.
- l'abattage partiel : Il est impératif que les arbres situés à une distance inférieure à $h/2$ soient abattus. Dans ce cas pour tenir compte de ceux qui sont conservés entre $h/2$ et $3h/2$ on mettra en place la solution de la géomembrane antiracines R352 tout autour de l'appentis et le long de la façade Est.

Il est à noter que l'abattage d'un arbre s'accompagne nécessairement d'un dessouchage ou d'une neutralisation des racines restantes.

- * Le retour à un état d'équilibre hydrique des sols exigeant un certain délai, une période d'attente est fortement recommandée entre cette 1ère phase et la phase suivante de réparation proprement dite (si possible passer la saison des pluies d'hiver et de printemps).

En attendant, il convient soit d'opérer un rebouchage temporaire des fissures pénétrantes avec un produit très souple et compressible, soit de les camoufler et de les protéger par un bardage localisé.

FICHE DE SYNTHÈSE CODIFIÉE

(EXPERTISE - DIAGNOSTIC - SOLUTIONS)

HPÉ

Environnement
E + HPH
E13
E23
E32
E44
E51

Identification
Gros-Oeuvre
ossature + fondation
G
G1 (44)
G2 11
G3 12
G4 11 12
G5 1

Identification
du sol
S
Nature
G1 12 14
Epaisseur
G1 12 14
Consistance
G1 12 14
Sensibilité

Relevé
des
désordres
D
D14
D21 11 / D21 22
D22 21 / D22 ...
D30
D42
E5 X ⊕

DIA - E
E2
E3
E5

DIA - G
Ossature D211 Ap
D212 Ap
Soubass' D221 Ap
D222 11 P
ABC
D Type
Gravité
F1 F2 F3
X

DIA - Z
D41 D42 D43
X

DIA - X
D31 D32 D33 D34
X

DIA - P
Oui - Non
X

cf D2114

Répertoire des solutions R

R 1	R 11	R 12	R 13
	R 211	R 212	R 213
R 2	R 221	R 222	R 223
	R 311	R 312	
	R 321	R 322	R 323
	R 324	R 325	R 326
R 3	R 31	R 332	R 333
	R 341	R 342	
	R 351	R 352	
	R 36	R 37	R 38
	R 41	R 42	
	R 43	R 44	
R 4	R 45	R 46	
	R 47	R 48	
	R 511	R 512	R 513
	R 514	R 515	
	R 521	R 522	R 523
R 5	R 531	R 532	
	R 541	R 542	R 543
	R 544		

RG
PRESELECTION
S 2 1
G 3 2
G 4 1 1 1 2
R 31 - 32 - 33
34 - 35 - 36

N.B. : Entourer la ou les solutions retenues

R 352: en option avec R 211
(R 213)

Recommandations particulières relatives aux solutions préconisées

- 1) actions immédiates - abattage de 5 arbres (si possible avant octobre) - mise en place de la géomembrane si les 5 arbres supplémentaires sont conservés - obturation provisoire des fissures pénétrantes et bardage localisé pour la fissure de devant.
- 2) actions différées - attendre une relative stabilisation si possible (jusqu'au minimum 91 au moins) avant d'entreprendre les travaux (réfection macramerie armée et joint de finitif de démolition.)

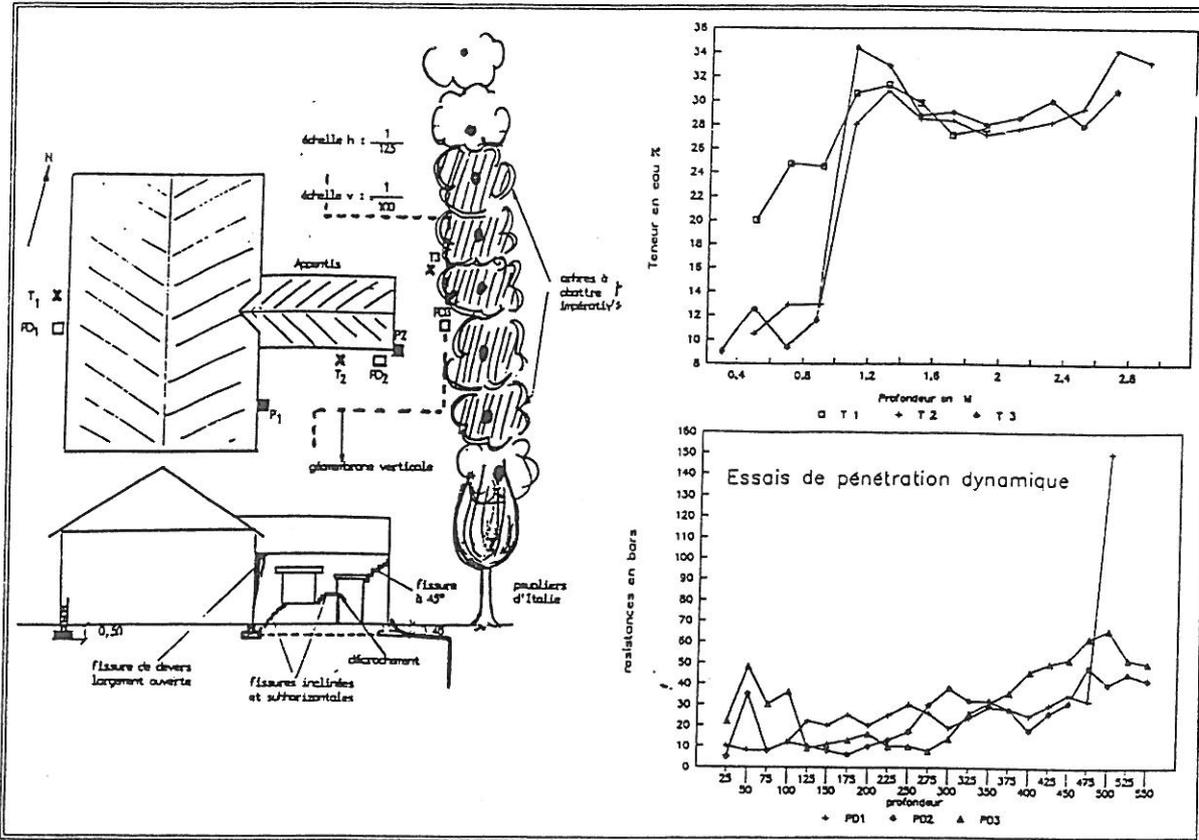
Recommandations relatives à la poursuite de l'expertise et à l'aboutissement de la requête :

Dans les cas de solutions lourdes exigées par des désordres de la structure de gravité maximale, il convient, à l'appui des données du présent diagnostic et des solutions de principe envisageables, de procéder à une étude de projet et à une estimation des travaux. Dans ce but, il sera nécessaire de consulter un bureau d'Etudes et une entreprise ayant les qualifications voulues. Les solutions de principe illustrées par des schémas donnés dans le Guide doivent être suffisantes pour une telle consultation.

Dans le cas de solutions simples les estimations des travaux pourront être obtenues directement auprès de petites entreprises ou d'artisans.

- Organisme consulté :
- Montant du coût de l'étude du projet et de son estimation :
- Solutions retenues :
- Montant du coût des travaux de réalisation :

Plans et schémas



Commentaires particuliers :

- le propriétaire n'ignore pas que le principe d'un abattage d'arbres est inévitable. Il souhaiterait en conserver un maximum.
- N'y a-t-il de prévoir un désordrage (utilisation d'un bouteron) ainsi que l'enlèvement des bois et la remise en état du terrain.

Fait à : Socheville
 Le : 12-9-91
 Par : J. P. Sullis

ANNEXE IV.3

ANNEXE IV.3

EXEMPLE C : SOMME

1. PREAMBULE

Cet exemple particulièrement intéressant est celui d'un cas pathologique dont toutes les données, y compris l'aspect des désordres, conduiraient à incriminer nettement la sécheresse, alors qu'en fait le non-respect d'une condition liée à l'existence d'une nappe permanente peu profonde conduit à affirmer que la sécheresse ne peut être incriminée et que les désordres constatés sont attribuables à d'autres causes probables suggérées par la nature et la consistance du terrain de fondation.

2. EXPOSE DU CAS

- a) Il s'agit d'une maison à un étage sur rez-de-chaussée, avec un sous-sol partiel prévu pour un garage et semi-enterré de 1 m.
La maison a une ossature constituée de murs en maçonnerie de briques pleines munies de chaînage. Son soubassement est également en maçonnerie de briques pleines et la fondation est assurée par une semelle continue armée de 1 m de largeur dont le niveau de fondation se situe, pour la partie sans sous-sol, à 0,70 m de profondeur sous le niveau du sol extérieur, et pour la partie sur le sous-sol, à une profondeur de 1,20 m sous le sol extérieur ou à 0,20 m sous le niveau du terre-plein du garage.
- b) Le terrain est pratiquement plat et, compte tenu de la platitude de la topographie générale de la région, est difficilement drainable ; sa coupe montre que sous une couche superficielle de remblais de 0,50 m d'épaisseur, règnent des dépôts naturels très récents constitués d'argiles vaseuses à très vaseuses avec petits lits sableux manifestement chargées d'une forte proportion de matières organiques provenant de micro-organismes végétaux et animaux ; la consistance de ces argiles est molle et les teneurs en eau y sont très élevées malgré une activité argileuse assez modérée, ce que démontreront les résultats obtenus par les essais d'identification effectués sur les échantillons prélevés au cours des deux sondages et fouilles implantés aux points S int et S ext indiqués sur le schéma joint.

Sous ces dépôts d'argile vaseuse molle de 1,70 m d'épaisseur, les sondages ont atteint vers 2,20 m une couche de sable fin légèrement vaseux qui n'a pu être reconnue que jusqu'à 3 m de profondeur en raison de la boullance du sable de plus en plus propre avec la profondeur.

Les sondages ont montré par ailleurs un résultat important qui est celui de l'existence d'une nappe permanente s'établissant à un niveau d'équilibre situé à 1,20 m de profondeur.

Selon les renseignements recueillis dans le voisinage et auprès des services compétents des administrations régionales (Direction départementale de l'agriculture), cette nappe est bien permanente et peut fluctuer au plus de + ou - 10 cm au cours de l'année par rapport au niveau moyen. D'ailleurs l'existence de canaux qui quadrillent la région avec un niveau d'eau permanent situé à une profondeur variant de 1 m à 1,50 m et l'existence de sables sous-jacents perméables contribuent à confirmer logiquement cette permanence de nappe.

- c) Les désordres sont graves et se traduisent par des fissurations subverticales avec parties à 45° affectant les murs de l'ossature et des soubassements avec une ouverture moyenne de 4 millimètres environ, l'ouverture étant plus accusée dans les parties hautes (6 à 8 millimètres).

Ces fissurations apparaissent sur toutes les façades et leur forme est représentée sur les schémas des façades Sud et Est donnés en annexe.

Par ailleurs, on a constaté des désordres extérieurs (décollement et fracturation de l'escalier d'accès de la façade Sud), ainsi que des fissurations importantes du second oeuvre intérieur (dallage de la cuisine au rez-de-chaussée et cloisons séparant la cuisine du living-room au rez-de-chaussée). De plus on a décelé une fuite de canalisation d'eaux usées sur la façade Est au droit de la cuisine.

3. APPLICATION DU GUIDE

a) Recueil des données

Les données recueillies au cours des deux visites effectuées sur place, (la deuxième ayant surtout été consacrée à l'examen des coupes de sondages et au recueil des prélèvements pour essais de laboratoire), ont permis l'application du guide.

Ainsi, pour le recueil des données nous joignons au dossier les fiches de renseignements suivantes :

- E relative à l'environnement et HPE relative à la hauteur des pluies efficaces
- G relative à la constitution du gros oeuvre
- S relative à l'identification et aux caractéristiques des sols
- D relative au relevé des désordres
 - désordres gros-oeuvre
 - désordres des ouvrages extérieurs
 - désordres du second oeuvre intérieur.

Pour ce qui est de la hauteur de pluies efficaces, nous avons recueilli auprès du service régional de la météorologie d'Amiens les données nécessaires, c'est-à-dire :

- la moyenne trentennale des hauteurs des pluies efficaces et des pluies totales,
 - du cycle annuel
 - de chacun des mois du cycle annuel
- les hauteurs de pluies efficaces et des pluies totales de chacun des 24 mois ayant précédé la date d'apparition déclarée des désordres (Août 1988).

Ces données sur les hauteurs des pluies nous ont permis de trouver que pour les trois périodes des critères de base imposées par le guide, les pourcentages de hauteur des pluies efficaces par rapport à la hauteur homologue des moyennes trentennales étaient, dans les conditions les plus défavorables définies par le guide, les suivantes :

6 mois	HPE mini	=	58 %
12 mois	HPE mini	=	65 %
24 mois	HPE	=	87 %

La période de 12 mois conduit à un pourcentage inférieur au seuil de normalité de 70 %. Donc les conditions d'une sécheresse anormale sont satisfaites selon les conventions du guide.

b) Diagnostic

Le diagnostic est appuyé en tout premier lieu sur la consultation du tableau DIA-P dont les conditions permettent de répondre à la question :

"Les désordres constatés sont-ils attribuables à la sécheresse ?"

ceci par l'application de certaines des données des fiches E-S et G. Sachant que selon la fiche E en E5 la végétation n'est pas à incriminer, le contrôle des quatre conditions du tableau DIA-P conduit à constater que si trois de ces conditions sont satisfaites pour répondre "*oui*" à la question, la troisième condition relative à la distance entre la nappe permanente et le niveau de fondation de la partie sans sous-sol n'est pas satisfaite et l'application du tableau DIA-P permet donc de conclure que les désordres ne sont pas attribuables à la sécheresse.

A ce stade on devrait donc arrêter l'expertise sécheresse et placer la poursuite de l'étude dans un autre cadre d'assurance, néanmoins l'intérêt de ce cas particulier mérite une interprétation et un diagnostic complémentaires.

c) Interprétation et diagnostic complémentaires

La proximité de la nappe permanente sous le niveau de fondation conduit à affirmer que les sols n'ont pu subir de dessiccation sensible sous les semelles de fondation, sauf peut-être pour les aménagements extérieurs indépendants du gros oeuvre tel que l'escalier et les fractures de conduites du réseau d'évacuation des eaux usées, encore que ces désordres extérieurs peuvent également être attribués aux causes réelles indépendantes de la sécheresse.

Le profil hydrique obtenu grâce aux mesures de teneur en eau effectuées sur les prélèvements, et représenté sur la figure donnée en annexe, montre bien que les teneurs en eau deviennent pratiquement constantes à partir de 0,80 m de profondeur et égales à la teneur en eau obtenue sous le niveau de la nappe.

Les désordres observés sont cependant graves et attribuables soit à une insuffisance de portance du sol, soit à l'excès des tassements de consolidation sous charge, soit encore plus probablement aux effets conjugués de ces deux causes.

En effet les essais effectués pour l'expertise sécheresse montrent bien que le sol a une consistance molle qui témoigne d'une faible cohésion et donc d'une faible portance ; ses fortes teneurs en eau (42 à 45 %) dans les niveaux d'argile vaseuse supposent effectivement une forte compressibilité.

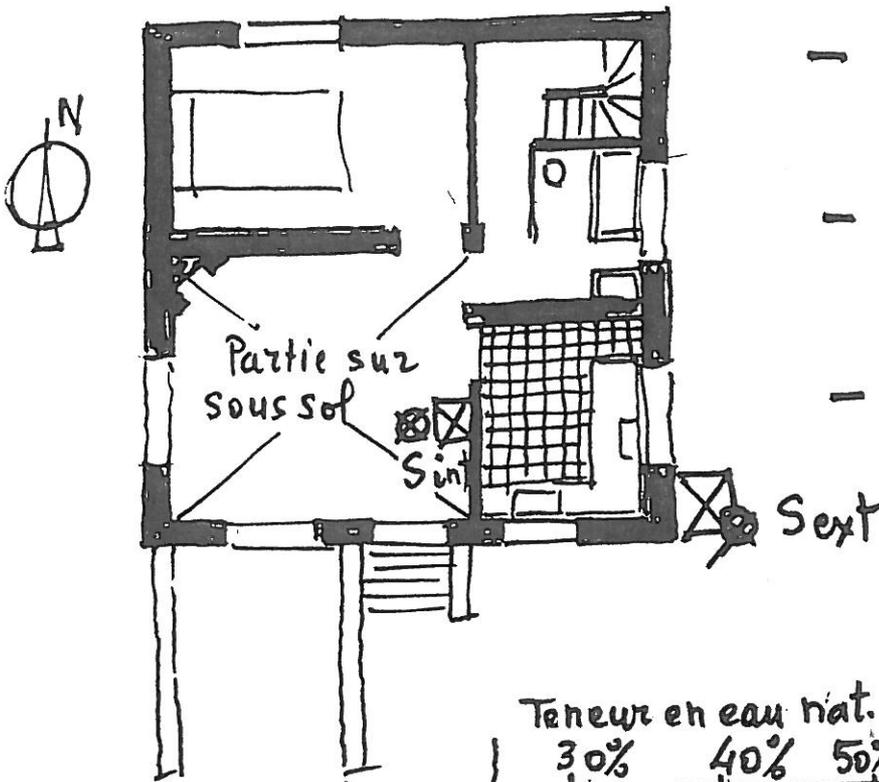
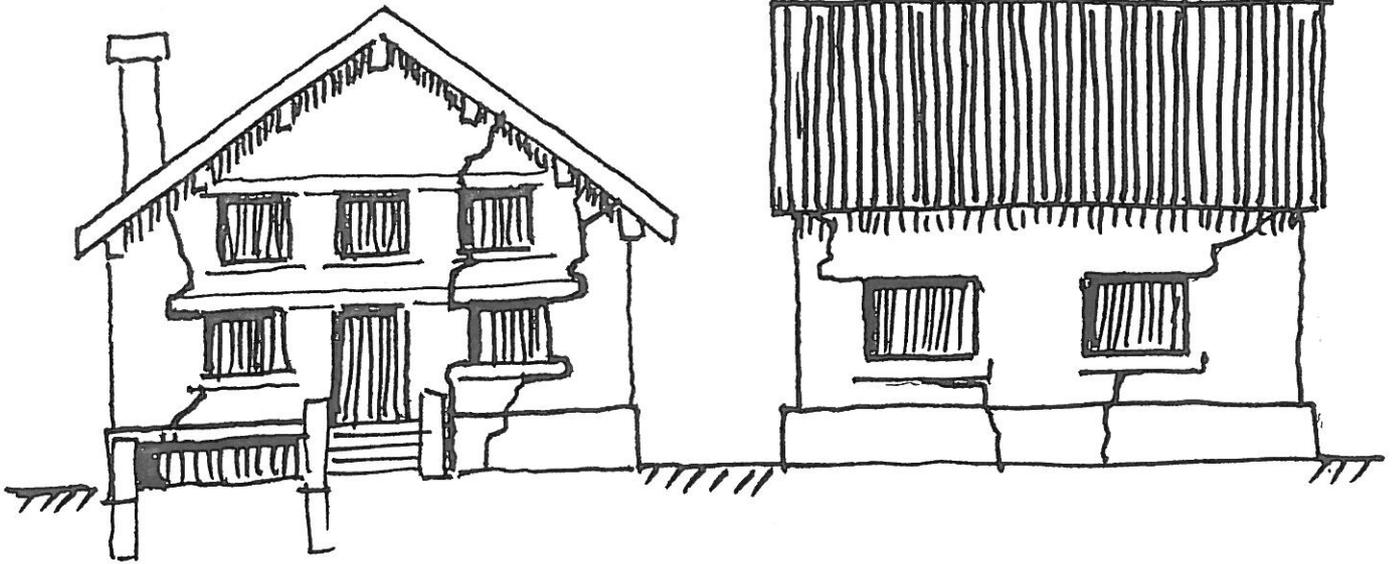
La permanence de la nappe s'explique bien d'une part par la présence de sables sous-jacents perméables en communication avec les canaux quadrillant la région, et d'autre part par l'existence d'interlits sableux dans les argiles vaseuses.

Cette interprétation nous conduit à penser que les désordres ont dû apparaître bien avant la date déclarée. Ces désordres réclament une reprise des fondations par micropieux (solution R34) fichés dans les sables inférieurs ; l'étude du projet de cette reprise exigerait des investigations géotechniques plus poussées pour, d'une part, contrôler le diagnostic avancé, et pour d'autre part assurer les conditions de stabilité du nouveau système de fondation. Mais répétons-le, la poursuite de l'étude ne relève pas de l'expertise "sécheresse".

Il conviendrait par ailleurs de traiter les désordres des aménagements extérieurs (escalier et conduites) par les solutions R511 et R512 et les solutions R531 et R532. Les désordres intérieurs, après réparation du gros oeuvre, devraient être traités par les solutions R42 et R47.

d) Fiches de synthèse

Les résultats de l'expertise, l'interprétation présentée ci-dessus et les conclusions ont été reproduits sous forme codifiée et en langage clair sur les fiches de synthèse annexées.



- Plan et façades Sud et Est
- aspect des fissurations.
- situation des 2 sondages.

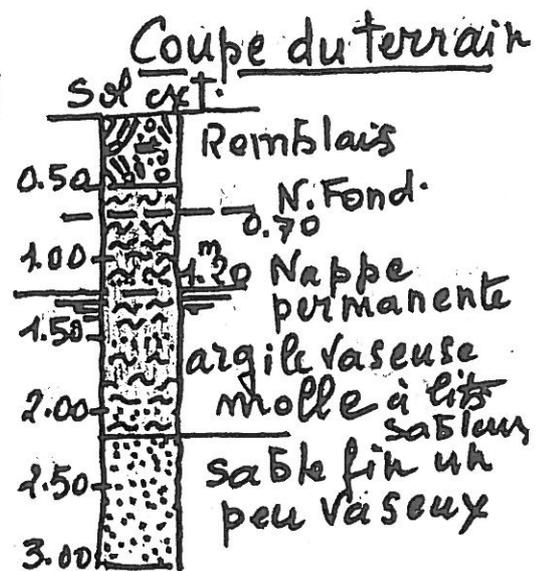
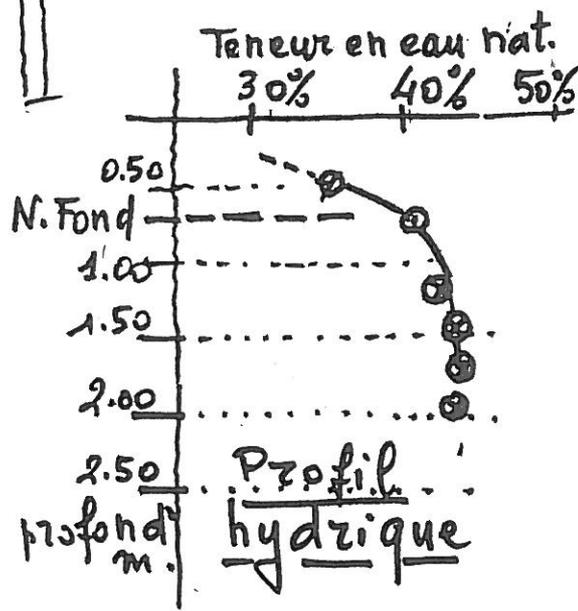


TABLEAU DIA-P

DIAGNOSTIC PRELIMINAIRE

(Les désordres sont-ils attribuables à une sécheresse anormale ?)

Condition initiale (1)	Coïncidence entre date d'apparition ou d'aggravation des désordres et période de sécheresse												Observations							
Cons ^D D 11													<input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non							
Consultation F Condition fondamentale (2) Pluvisiosité E 4	E 41 : HPE < SN (Seuil de normalité conventionnelle de la sécheresse)												6 mois SN = 55 % <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non 12 mois SN = 70 % <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non 24 mois SN = 80 % <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	100 > HPE > SN (Sécheresse non anormale)						
Consultation S Condition fondamentale (3) Nappe permanente sous la fondation E 3	E 31 Niveau permanent de la nappe maintenu à plus (nappe h < 4 m) de 0,50 m sous les différents niveaux de fondation pendant la période de sécheresse ou E 32 (nappe h > 4 m)												<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	h = profondeur du niveau de la nappe sous sol extérieur						
Consultation S Condition (4) Nature de sol	S 1			S 2			S 3						Sécheresse incriminable avec ou sans effet de la végétation a) Case blanche ou bien <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non b) Case ombrée et étoilée + Cond° (5) <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	Dans le cas où la végétation est à incriminer (Condition (5) = Oui) les cases ombrées et étoilées seront à inclure dans les cas possibles						
Epaisseur du sol argileux sous niveau de fondation	S 11		S 12		S 21		S 22		S 31		S 32									
Consistance initiale du sol Ic	111	112	113	121	122	123	211	212	213	221	222	223			311	312	313	321	322	323
Profondeur du niveau de fondation sous sol extérieur										*					*			*		
Consultation G G 4.1.. < 0,80 m G 4.2.. 0,80 à 1,50 m G 4.3.. > 1,50 m																				
Consultation G Condition (5) Présence de végétation incriminable E 5	h/d > 1 et coïncidence entre localisation des désordres et proximité de la végétation <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non												<input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non							
Le cas s'inscrit dans une zone déclarée CAT.NAT													<input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non							

Les désordres peuvent être déclarés attribuables à la sécheresse si les réponses sont :

Oui Non aux conditions 1 à 4 avec ou sans effet de végétation incriminable. La végétation étant à incriminer si la condition (5) est satisfaite

Cum chum Condition (3) non satis faite - les désordres ne sont pas attribuables à la sécheresse.

TABLEAU DIA-G
DIAGNOSTIC GROS-OEUVRE

Classes des cas types	Désordres apparents	Fissurations des soubassements		Fissurations de l'ossature		Degré de gravité F
		Fissures hor. et vert.	Fissures à 45°	Fissures hor. et vert.	Fissures à 45°	
A Soubassement et ossature sont également fissurés (Schémas 2 à 7)	1	D 2111 D 2112 D 2113	D 2121	D 2211 D 2212 D 2213	D 2221	F1
	2	D 2111 D 2112 D 2113	D 2122	D 2211 D 2212 D 2213	D 2222	F2
	3	D 2112 D 2113 0	D 2123	D 2211 D 2212 D 2213	D 2223	F3
B soubassement fracturé et ossature quasi intacte (Schéma 8)	1	D 2111 D 2112 D 2113	D 2121	D 2212 D 2213 0	0	F1
	2	D 2111 D 2112 D 2113	D 2122	D 2212 D 2213 0	0	F2
	3	D 2112 D 2113 0	D 2123	D 2212 D 2213 0	0	F3
C Soubassement quasi intact mais ossature légèrement fissurée (Schéma 9)	1	D 2112 D 2113 0	0	D 2212 D 2213 0	0	F3

Référence des solutions
Cas de gravité maximale des désordres Solutions lourdes : [F1] R 31, R 32, R 33, (R 34) R 35, R 36, R 37, R 38 pour la sélection, voir Tableau RG et schémas correspondants
Cas de gravité moyenne [F2] Solution R 35 protection périphérique, voir Tableau R
Cas de gravité minimale [F3] Solution R 351 protection périphérique, voir Tableau R

R 1 Traitement pour la suppression d'apparence des désordres

(N.B.) : 1°) Degrés de gravité $F1 > F2 > F3$
Le degré de gravité maximale F1 exige une solution "lourde" de réparation de la structure.
2°) Lorsque les désordres sont globaux ou partiels on ajoutera l'indice (g) ou (p) aux références des cas types.

Resumé:
Desordres type A 1
gravité F4

DIAGNOSTIC SUR L'INCIDENCE DES FACTEURS MAITRISABLES DE L'ENVIRONNEMENT SUR LES DESORDRES

REFERENCE ET NATURE DES FACTEURS INCRIMINES	RECUEIL DES INFORMATIONS	SCHEMA DES DESORDRES	REFERENCES DES SOLUTIONS (voir Tableau R en R 2)	SCHEMA DES SOLUTIONS
E 2 Examen des effets des eaux de ruissellement naturelles et du comportement du système collecteur éventuellement existant et besoins complémentaires - Contrôle de la collecte des eaux pluviales des toitures	<ul style="list-style-type: none"> - Existence de collecte et d'évacuation correcte des eaux pluviales des toitures <input checked="" type="checkbox"/> - Existence d'un système collecteur . Action efficace <input type="checkbox"/> . Action inefficace <input type="checkbox"/> - Points de stagnation <input checked="" type="checkbox"/> - Points d'infiltration vers fondations <input type="checkbox"/> - Zone d'érosion ravinante <input type="checkbox"/> - Besoins de collecte complémentaire <input type="checkbox"/> 		(haut) [R 221 - R 222] - Système collecteur complémentaire	(haut) [R 221] [R 223]
E 3 Existence de nappes souterraines et examen de l'état du drainage éventuellement existant - Besoins complémentaires	<ul style="list-style-type: none"> - Existence de nappe permanente ou de sources saisonnières <input checked="" type="checkbox"/> - Existence d'un drainage . Action efficace <input type="checkbox"/> . Action inefficace <input type="checkbox"/> - Besoins de drainage complémentaire <input type="checkbox"/> 		(haut) [R 223] - Système drainant complémentaire	(haut)
E 5 Examen du rôle actif éventuel de la végétation - arbres et arbustes	<ul style="list-style-type: none"> - Existence et essence des arbres : Saules - Hauteur et distance du mur $h = 16,4$ $d = 10$ $h/d = 1,64$ - Rôle actif de l'arbre dans les désordres $h/d > 1$ <input type="checkbox"/> 	5	[R 211 - R 212 - R 213] - Si $h/d > 2$: Abattage des arbres et neutralisation des racines - Si $1 < h/d < 2$ Autres solutions avec conservation des arbres - écran antiracines	(haut)

TABLEAU DIA - X

DIAGNOSTIC ET SOLUTIONS DES DESORDRES DES AMENAGEMENTS EXTERIEURS
(OU DES PARTIES DISCONTINUES (1))

REFERENCE ET NATURE DES DESORDRES	SCHEMA DES DESORDRES	REFERENCES DES SOLUTIONS DE REPARATION (voir Tableau R et ses annexes)	SCHEMA DES SOLUTIONS
D 31 <u>Petits ouvrages annexes périphériques - ou parties attenantes</u> (escaliers - terrasses - garages ou ateliers accolés à la structure - appendices ou appentis divers - extensions -) - Dévers - décollements dépassant 10 mm d'ouverture maximale - Fissurations de leur structure dépassant 5 mm d'ouverture moyenne	<input checked="" type="checkbox"/> 10 a <input type="checkbox"/> 10 b	R 51 R 511 - Joint de désolidarisation R 512 - Renforcement par rigidification de la structure R 513 - Report en profondeur du niveau de fondation R 514 - Protection par géomembrane étanche horizontale enterrée couverte par trottoir R 515 - Réfection totale désolidarisée	<input checked="" type="checkbox"/> R 511 <input checked="" type="checkbox"/> R 512 <input type="checkbox"/> R 514
D 32 <u>Dallages extérieurs des voies de circulation</u> Affaissements et fracturations dépassant 5 mm d'ouverture ou de dénivellation moyenne	<input type="checkbox"/> 11	R 52 R 521 - Découpage par joints sciés et colmatage des joints et des fractures par produits souples, élargissement et protection des épaulements latéraux avec géomembranes R 522 - Réfection en chaussée rigide avec protections sous-jacentes et latérales par géomembranes ou réfection en chaussée souple	<input type="checkbox"/> R 521 <input type="checkbox"/> R 522
D 33 <u>Conduites enterrées</u> du réseau de distribution ou du réseau d'évacuation d'eaux pluviales et usées - Fracturations et fuites aux raccords des conduites, et notamment de leurs raccordements à la structure ou à des petits ouvrages	<input checked="" type="checkbox"/> 12	R 53 R 531 - Remplacement des conduites fracturées et mise en place de systèmes de raccords souples R 532 - Discontinuité d'assouplissement des raccordements à la structure	<input checked="" type="checkbox"/> R 53
D 34 <u>Talus naturels - Talus en remblais et déblais</u> Fluage - reptation - crevasses amont et amorces de glissement	<input type="checkbox"/> 13	R 54 R 541 - Collecte des ruissellements R 542 - Etanchement amont par membrane R 543 - Adoucissement des pentes + couverture en matériaux peu argileux + butée de pied R 544 - Massif de pieds et drainage par tranchées dans le sens de la pente	<input type="checkbox"/> R 54

N.B. : 1) pour D 31 : Les ouvrages en discontinuité sont ceux qui sont accolés ou attenants au corps principal du bâtiment mais dont la structure est discontinue avec celle de celui-ci.
2) pour D 33 : Les désordres des conduites enterrées et de leurs raccordements sont contrôlés par les indices de fuites (zones humides superficielles - végétations hydrophiles) et par examen des regards éventuels.

TABLEAU DIA - Z

DIAGNOSTIC DES DESORDRES INTERIEURS DU SECOND OEUVRE

REFERENCE ET NATURE DES DESORDRES	SCHEMA DES DESORDRES	REFERENCES DE LA SOLUTION DE REPARATION (voir Tableau R en R 4)	SCHEMA DES SOLUTIONS
D 41 <u>Dallages ou planchers intérieurs</u> Affaissements Décollements Fissurations	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<u>Dallages sur terre plein</u> R 41 - Traitement total ou partiel des dallages par injection <input checked="" type="checkbox"/> R 42 - Démolition et création d'une nouvelle assise en matériaux sélectionnés <u>Dallages sur plancher</u> R 43 - Création d'un plancher sur vide sanitaire R 44 - Plancher avec fondations indépendantes du gros-oeuvre	<input checked="" type="checkbox"/> R 42
D 42 <u>Blocage d'ouverture des portes et fenêtres</u>	<input type="checkbox"/>	R 45 - Démontage des huisseries, usinage ou rabotage et remontage R 46 - Remplacement des cadres déformés et des huisseries	
D 43 <u>Cloisons</u> Fissurations Décollements périphériques	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> R 47 - Ragréage des fissurations et jointoiment des décollements sous réserve de la réparation du support (dallage ou plancher) ou des désordres du gros-oeuvre R 48 - Démolition et réfection totale de la cloison sous réserve de la réparation du support ou des désordres du gros-oeuvre	

**PRECONISATIONS TECHNIQUES POUR LA REPARATION DU GROS-OEUVRE
AFFECTE DE DESORDRES DE GRAVITE MAXIMALE F1**

TABLEAU RG (Préselection)

Conditions du sol		S 1 Sols très argileux		S 2 Sols argileux		S 3 Sols peu argileux	
		S 11 e indéfini	S 12 e < 1 m	S 21 e indéfini	S 22 e < 1 m	S 31 e indéfini	S 32 e < 1 m
Soubassement et fondation	Radier ↑ Éléments creux et éléments pleins	G 41 . 4 .	R 36	R 325	R 35		
		G 42 . 4 .					
		G 43 . 4 .					
Maçonnerie + semelle armée ou non armée ↑ Éléments creux ↓ Éléments pleins	Éléments creux	G 41 . . 1	R 31	R 33	R 35		
		G 42 . . 1					
		G 43 . . 1	R 31	(R 35)			
	Éléments pleins	G 41 2 2	R 31	R 32	R 33	R 34	R 35
		G 42 . . 2					
		G 43 . . 2	R 31	R 32	R 34		
Ossature potaux sur semelles isolées armées		G 41 . 30		X		X	X
		G 42 . 30	R 32	X		X	
		G 43 . 30	R 34	(R 35)			

Conditions du sol		S 1 Sols très argileux		S 2 Sols argileux		S 3 Sols peu argileux		
		S 11 e indéfini	S 12 e < 1 m	S 21 e indéfini	S 22 e < 1 m	S 31 e indéfini	S 32 e < 1 m	
Ossature et refends	Maçonnerie porteuse ↑ éléments creux ↓ éléments pleins	G 3 . 1	R 31					
		G 3 2 2	R 31	R 321	R 322	R 324	R 326	
		G 33 .	R 31	R 324	R 326			
	Ossature BA CM CB							

N.B. : - Les cases G 4 . . 30 marquées d'une croix **X** comportent en outre la solution R 33.

- (R 35) : L'expert doit vérifier systématiquement si cette solution constitue une solution première ou éventuellement en association avec un autre procédé de confortement R 3.

REMARQUES SUR L'OPTIMISATION TECHNICO-ECONOMIQUE DE LA SOLUTION :

Dans l'optique de la recherche d'une solution optimisée du point de vue technico-économique, l'attention de l'Expert est attirée sur la prise en compte des éléments suivants :

- Comparaison des avantages et inconvénients techniques de solutions envisageables avec si possible quantification (Problèmes d'accès, d'installation de chantier - Qualification et savoir faire des entreprises locales - Sauvegarde de l'environnement - Appréciation des garanties de réussite et des risques de mouvements réversibles ultérieurs (gonflements) - Durée d'adaptation et de stabilisation après travaux).
- Incidences financières (Durée des travaux - Evacuation des locaux - Gêne pour les occupants et les riverains - Dégradations supplémentaires provoquées - Risques d'aléas à l'exécution générant des surcoûts - Contraintes juridiques ou administratives...).
- Comparaison des estimations des coûts globaux sur la base des esquisses du présent Guide ou d'avant-projets et après consultation de Bureaux d'Etudes (ou le cas échéant d'entreprises qualifiées).

TABLEAU R (Descriptif des réparations élémentaires)

R 1 TRAITEMENT POUR SUPPRESSION D'APPARENCE DES DESORDRES (Tableau R1)	R 3 ACTION SUR LE GROS-OEUVRE (Tableau R3) - Suite
11 - Bourrage ou injection des fissures avec produits synthétiques souples (type silicones) R 11 <input type="checkbox"/> 12 - Bourrage ou injection des fissures avec mortier ou coulis de ciment + enduit R 12 <input checked="" type="checkbox"/> 13 - Revêtements des zones fissurées par bardages divers R 13 <input type="checkbox"/>	36 - Micropieux répartis sous dalle radier en forme de microplancher champignon R 36 <input type="checkbox"/> 37 - Solution auxiliaire : joint de désolidarisation R 37 <input type="checkbox"/> 38 - Reconstruction de la structure totale ou partielle R 38 <input type="checkbox"/>
R 2 ACTION SUR L'ENVIRONNEMENT (Tableau R2)	R 4 DALLAGES INTERIEURS, PLANCHERS HUISSERIES ET CLOISONS (Tableau R4)
21 - Végétation 211 - Abattage des arbres ou arbustes et neutralisation des souches et racines h/d > 2 R 211 <input type="checkbox"/> 212 - Conservation de la végétation pour 1 < h/d < 2 par élagage R 212 <input type="checkbox"/> 213 - Paroi antiracine en béton ou en géomembrane (traitée chimiquement) (voir aussi Tableau R 5 en R 514) R 213 <input type="checkbox"/> 22 - Collecte complémentaire des eaux de ruissellements et collecte des eaux de toiture - drainage de nappes souterraines de pentes 221 - Collecte des eaux superficielles R 221 <input type="checkbox"/> 222 - Collecte des eaux pluviales des toitures R 222 <input type="checkbox"/> 223 - Drainage profond et drainage de pente R 223 <input type="checkbox"/>	<u>Dallages sur terre plein</u> 41 - Traitement partiel ou total des dallages par injection R 41 <input type="checkbox"/> 42 - Démolition et création d'une nouvelle assise <input checked="" type="checkbox"/> R 42 <input checked="" type="checkbox"/> <u>Dallage sur plancher</u> 43 - Création de plancher sur vide sanitaire appuyé sur murs porteurs R 43 <input type="checkbox"/> 44 - Plancher avec fondations indépendantes R 44 <input type="checkbox"/> <u>Blocage d'ouverture des portes et fenêtres</u> 45 - Démontage des huisseries, usinage ou rabotage et remontage R 45 <input type="checkbox"/> 46 - Remplacement des cadres déformés et des huisseries R 46 <input type="checkbox"/> <u>Cloisons</u> 47 - Ragréage des fissurations et jointoiement des décollements sous réserve de la réparation du support (dallage) ou du gros-oeuvre R 47 <input checked="" type="checkbox"/> 48 - Démolition et réfection totale de la cloison sous réserve de réparation du support ou du gros-oeuvre R 48 <input type="checkbox"/>
R 3 ACTION SUR LE GROS-OEUVRE (Tableau R3)	R 5 PETITS OUVRAGES ANNEXES EXTERIEURS - DALLAGES EXTERIEURS - CONDUITES ENTERREES RACCORDEES A LA STRUCTURE TALUS INSTABLE (Tableau R5)
31 - Reprise partielle des murs en maçonnerie fissurés de l'ossature et du soubassement par étalements et reconstitution de la maçonnerie avec joints horizontaux armés (principe de la maçonnerie armée)..... R 311 <input type="checkbox"/> ou avec joints ordinaires..... R 312 <input type="checkbox"/> 32 - Rigidification des soubassements et éventuellement de l'ossature au moyen de renforcements utilisant l'un des systèmes suivants : 321 - Longrines en béton armé unilatérales ancrées dans le mur en éléments pleins ou dans le chaînage sur la hauteur du soubassement R 321 <input type="checkbox"/> 322 - Longrines en béton armé bilatérales jumelées et solidarifiées, limitées au soubassement R 322 <input type="checkbox"/> 323 - Longrines en béton armé unilatérales haute et basse ancrées dans le mur en éléments pleins ou dans les chaînages et reliées entre elles par potelets en intéressant l'ossature et le soubassement R 323 <input type="checkbox"/> 324 - Longrines en béton armé bilatérales haute et basse reliée par potelets et intéressant l'ossature et le soubassement (chaînages jumelés) R 324 <input type="checkbox"/> 325 - Longrines ancrées dans les radiers R 325 <input type="checkbox"/> 326 - Pour murs de refend, ancrages par forages armés R 326 <input type="checkbox"/> 33 - Reprises en sous-oeuvre pour approfondissement du niveau de fondation par 331 - plots jointifs réalisés en alternances R 331 <input type="checkbox"/> 332 - puits isolés associés à des longrines de report de charge R 332 <input type="checkbox"/> 333 - Pour murs de refend - Reprise en sous-oeuvre en forme de T R 333 <input type="checkbox"/> 34 - Micropieux (sous réserve de soubassement en éléments pleins ou de l'existence de semelles suffisamment épaisses d'au moins 35 cm) 341 - en file latérale simple R 341 <input checked="" type="checkbox"/> 342 - en files jumelées R 342 <input type="checkbox"/> 35 - Isolement périphérique par système de géomembranes enterrées étanches supprimant les échanges d'eau avec partie horizontale et partie verticale en tranchée avec traitement anti-racine 351 - partie horizontale seule et trottoir R 351 <input type="checkbox"/> 352 - partie horizontale et verticale antiracine R 352 <input type="checkbox"/>	51 - Petits ouvrages annexes périphériques (escaliers-terrasses - ateliers - garages - appendices divers...) 511 - Joints de désolidarisation et couvre joint <input checked="" type="checkbox"/> R 511 <input checked="" type="checkbox"/> 512 - Renforcement par rigidification de la structure <input checked="" type="checkbox"/> R 512 <input checked="" type="checkbox"/> 513 - Report en profondeur du niveau de fondation R 513 <input type="checkbox"/> 514 - Protection par géomembrane étanche horizontale et enterrée R 514 <input type="checkbox"/> 515 - Réfection totale avec joint de désolidarisation R 515 <input type="checkbox"/> 52 - Dallages extérieurs des voies de circulation 521 - Découpage par joints sciés et colmatage des joints et des fractures par produits souples - Elargissement et protections des épaulements latéraux avec géomembrane R 521 <input type="checkbox"/> 522 - Réfection avec protections sous jacentes et latérales par géomembranes ou réfection en chaussée souple R 522 <input type="checkbox"/> 523 - Injection coulis de ciment R 523 <input type="checkbox"/> 53 - Traitement des conduites enterrées 531 - Remplacement des conduites fracturées et mise en place de système de raccords souples R 531 <input checked="" type="checkbox"/> 532 - Discontinuité et assouplissement des raccords à la structure R 532 <input checked="" type="checkbox"/> 54 - Désordres des talus 541 - Collecte des eaux de ruissellement R 541 <input type="checkbox"/> 542 - Etanchement amont des crevasses par membrane R 542 <input type="checkbox"/> 543 - Adoucissement des pentes + couverture en matériaux inertes peu argileux + butée de pieds R 543 <input type="checkbox"/> 544 - Massif de pieds et drainage par tranchées aval sens de la pente R 544 <input type="checkbox"/>

N.B. : Voir schémas de principe correspondants

HPE

Environnement
E + HPE
E1 3
E2 3
E3 1
E4 1
E5 1

Identification
Gros-Oeuvre
ossature + fondation
G
G1 ()
G2 222
G3 222
G4 1122
G5 1

Identification
du sol
S
Nature 1111
Épaisseur 1111
Consistance 1111
Sensibilité 1111
Subsolvantes

Relevé
des
désordres
D
D1 11/11/11
D2 11/11/11
D3 1-33
D4 1-43
E5 1P

DIA - E
E2 E3 E5
1 1 1

DIA - G
Ossature D211 1
D212 1
Soubass' D221 1
D222 1
D Type ABC
1
Gravité
F1 1 F2 F3

DIA - P
~~1~~ Non

DIA - Z
D41 1 D42 D43
1 1 1

DIA - X
D31 1 D32 D33 D34
1 1 1 1

RG
PRÉLECTION
S 1 1 1
G3 2 2
G4 1 1 1 1 2
R31 - 32 - 33
34 35 - 36

Répertoire des solutions R

R 1	R 11	R 12	R 13
R 2	R 211	R 212	R 213
	R 221	R 222	R 223
	R 311	R 312	
	R 321	R 322	R 323
	R 324	R 325	R 326
R 3	R 31	R 332	R 333
	R 341	R 342	
	R 351	R 352	
	R 36	R 37	R 38
	R 41	R 42	
	R 43	R 44	
R 4	R 45	R 46	
	R 47	R 48	
	R 511	R 512	R 513
	R 514	R 515	
	R 521	R 522	R 523
R 5	R 531	R 532	
	R 541	R 542	R 543
	R 544		

N.B. : Entourer la ou les solutions retenues

FICHE DE SYNTHÈSE DE L'EXPERTISE

Nom et références de l'expert :

Compagnie

Police n°

Dossier compagnie

1. Nom et adresse de l'assuré :

M. Dupont

39 Av. des assurances

2. Situation du risque : Hauteville (Pdc)
Villa "les eaux vives"
à Basse plaine (Somme)

3. Date de l'expertise :

10 octobre 1989

et 16 octobre 1989

I - Conditions de l'environnement **E**

- 1 - Topographie du terrain : terrain plat (E13)
 2 - Collecte des eaux de ruissellement et des eaux pluviales de toiture : correcte mais points de stagnation
 3 - Nappes éventuelles : (E31) nappe permanente à 1,20 m de profondeur sous sol extérieur
 4 - Hauteur de pluviosité efficace : H.P.E. (12) = 65% à 70% Période de référence (12 mois) : 8/87 - 8/88 (E41)
 5 - Végétation incriminable : non, arbres éloignés H/d = 0,6 (E52)
 Adresse de la station météorologique la plus proche consultée : Service régional de la météorologie
 à Ville neuve - Somme

II - Description du Gros-oeuvre **G**

- Date de la fin de construction : 1970 - Nombre de niveaux : R+1 - Sous-sol total ou (partiel) : G 2222
 - Profondeur niveau de fondation par rapport au sous-sol : 0,20 m par rapport au sol extérieur : 0,70 m à 1,20 m
 - Constitution de l'ossature : maçonnerie briques pleines avec chaînages
 - Constitution du soubassement : maçonnerie briques pleines } G 41122
 - Constitution de la fondation : semelle continue armée }
 - Constitution du plancher bas : terre plein dalle (G 51) pour partie sans sous sol

III - Identification et caractéristiques des sols **S** S111

- Nombre de sondages et situation (schéma) : 2 (Sext 1 Sint) - Nature du sol - Coupe (voir schéma) : argiles vaseuses organiques
 - Epaisseur sous fondation : 1,50 m
 - Identification : Indice de plasticité : 17% (sol organique) Consistance : molle Ic = 0,35
 - Profils hydriques et interprétation : (voir schéma) teneur en eau constante à partir de 0,80 m
 N.B. : sol très organique assimilé à la classe S1

IV - Relevé des désordres **D**

- Date d'apparition des désordres : (déclarée) 8/1988 Date d'aggravation : -
 - Fissurations et affaissements du Gros-oeuvre : ouverture moyenne des fissures : 4 à 5 mm
 ossature : oui D2211 et 2321 soubassement : oui D 2111 et 2121 (type A1)
 - Désordres extérieurs des ouvrages et aménagements périphériques : escalier accès et conduites enterrées D31
 - Désordres intérieurs (dallages, cloisons) : oui D41 et D43 D33

V - Diagnostic - interprétation **DIA-P** **DIA-E** **DIA-G** **DIA-Z** **DIA-X**

- Les désordres sont-ils attribuables à la sécheresse : NON en raison proximité hafe (3^e condition non satisfaite)
 . Avec végétation incriminable : /
 . Sans végétation incriminable : /
 . Conditions particulières de l'environnement : /
 - Causes essentielles : . Sol argileux sensible sous fondation : Niveau de fondation trop superficiel :
 . Rôle localisé de végétation proche des murs :
 . Structure insuffisamment rigide pour les efforts parasites dus à la sécheresse :
 - Type de désordres et gravité : Les désordres sont graves (type A1 - gravité 1) mais paraissent attribuables à une portance insuffisante et à une forte compressibilité du sol. (Wp = 42 à 45% la sécheresse n'a pu affecter le gros oeuvre et n'a pu avoir peut-être d'effets que sur les aménagements extérieurs (D31 - D33))

VI - Préconisations techniques pour réparation **R** et **RG**

- Environnement : (neant)
 - Gros-oeuvre (ossature + fondation) : R34 - micropieux fichés dans les sables inférieurs
 - Ouvrages et aménagements extérieurs : voir R511 - 512, ainsi que R531 et R532
 - Aménagements intérieurs : voir R42 et R47

VII - Éléments incidents à prendre en considération pour l'optimum technico-économique

Recommandations particulières relatives aux solutions préconisées

Les désordres constatés ne relèvent pas d'une action de la sécheresse en raison de la proximité de la nappe permanente, tout au moins pour le gros oeuvre. Néanmoins des désordres graves du gros oeuvre existent et paraissent attribuable apparemment à une insuffisance de portance et à une forte compressibilité du sol sous la fondation. Une étude spécifique à faire, elle devrait conduire à une reprise par micro pieux fichés dans les sables.

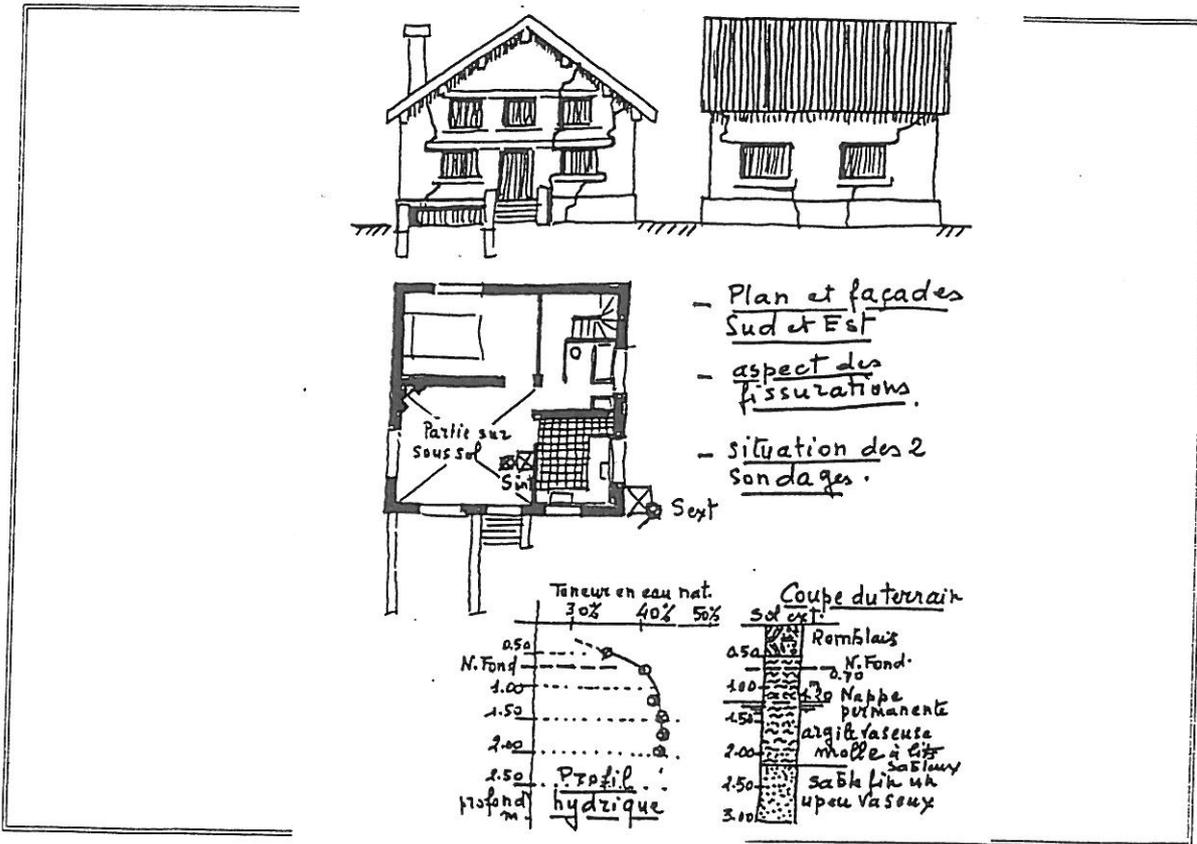
Recommandations relatives à la poursuite de l'expertise et à l'aboutissement de la requête :

Dans les cas de solutions lourdes exigées par des désordres de la structure de gravité maximale, il convient, à l'appui des données du présent diagnostic et des solutions de principe envisageables, de procéder à une étude de projet et à une estimation des travaux. Dans ce but, il sera nécessaire de consulter un bureau d'Etudes et une entreprise ayant les qualifications voulues. Les solutions de principe illustrées par des schémas donnés dans le Guide doivent être suffisantes pour une telle consultation.

Dans le cas de solutions simples les estimations des travaux pourront être obtenues directement auprès de petites entreprises ou d'artisans.

- Organisme consulté :
- Montant du coût de l'étude du projet et de son estimation :
- Solutions retenues :
- Montant du coût des travaux de réalisation :

Plans et schémas



Commentaires particuliers :

Fait à :

Le :

Par :

ANNEXE V

**NOTE SUR LES GEOMEMBRANES
ET SUR LEUR ROLE ANTIRACINES**

ANNEXE V**NOTE SUR LES GEOMEMBRANES
ET SUR LEUR ROLE ANTIRACINES**

Dans le cadre des solutions qui intéressent les problèmes soulevés par l'action de sécheresses anormalement prolongées sur les structures, les parois et couvertures de géomembranes peuvent jouer un rôle important et peuvent trouver là une extension intéressante de leurs applications. Cela devrait conduire à évoquer auprès des fabricants des affinements de leurs productions pour aboutir à la conception de variantes de géomembranes mieux adaptées aux besoins actuels.

Les applications que nous envisageons comprennent suivant les cas :

- la constitution le long des murs extérieurs d'un voile enterré étanche d'isolement périphérique du terrain argileux avec une partie horizontale de 2.50 m de largeur, enterrée d'environ 0.40 m, éventuellement sous trottoir, et une partie verticale en tranchée d'environ 2 m à 2,50 m de profondeur en continuité avec la précédente.
- la constitution d'un voile antiracines qui est analogue au précédent et dont le but est double : isoler le terrain des pertes d'eau par dessiccation, empêcher les pertes d'eau du sol par succion des racines d'arbres trop rapprochés des murs (h/d compris entre 1 et 2, "h" étant la hauteur de l'arbre et "d" sa distance au mur).
- la constitution de voiles enterrés horizontaux de protection contre la dessiccation dans différents cas (protection sous trottoirs, protections latérales de voies de circulation, protection autour de petits ouvrages d'accès périphériques au bâtiment etc...).

En ce qui concerne la deuxième application (voile antiracine), nous avons au départ eu des doutes sur l'efficacité du procédé en pensant que les racines pourraient s'orienter en profondeur pour aboutir au contournement du voile par dessous en vue d'atteindre les masses de terrain maintenues humides. Pour lever ce doute, nous avons interrogé des spécialistes du centre national de recherche forestière à Champenous près de Nancy.

Les réponses que nous avons recueillies ont été rassurantes ; en effet selon les spécialistes consultés, les racines d'arbres quelles que soient les essences n'atteignent jamais des profondeurs de l'ordre de 2 à 2,50 m ; la profondeur de cheminement des racines est voisine de 1,50 m et donc la profondeur prévue pour le voile antiracine paraît suffisante pour assurer la protection. Les racines rencontrant une paroi stérile vont plutôt cheminer horizontalement le long de la paroi. Il n'y a pas de risque de perforation mais par contre il y aurait risque de pénétration possible des racines si une soudure était mal faite et laissait une boutonnière béante, ou encore si la matière constituant la membrane était pourrissable ou nourrissante pour le végétal.

Au cours de la discussion que nous avons eue, il s'est avéré que l'on pourrait améliorer encore l'efficacité du voile avec l'aide d'un produit herbicide imprégnant la matière de la géomembrane ou imprégnant un feutre qui serait accolé à la membrane étanche proprement dite. Il n'existe pas véritablement de produits spécifiquement antiracines, mais la proposition de traiter la membrane avec un produit herbicide paraît tout à fait admissible.

Cependant, pour conserver l'arbre et éviter sa disparition, il convient d'utiliser des produits non systémiques, c'est-à-dire des produits qui ne peuvent cheminer dans les capillaires de l'arbre et qui peuvent donc conduire à sa mort progressive ; il apparaît que l'INRA pourrait apporter ses conseils sur le choix de produits légèrement systémiques et à persistance modérée. Il conviendra toutefois de contrôler auprès du fabricant de géomembrane que la composition de ces produits est compatible avec la tenue dans le temps de la géomembrane.

En ce qui concerne les recommandations pour la réalisation des travaux, et le recueil d'adresses de fabricants on pourra utilement consulter le Comité Français des Géotextiles et Géomembranes (CFGG) dont le secrétariat est à l'adresse suivante :

92/98 boulevard Victor Hugo
92115 CLICHY
Tél. : (1) 47.31.11.71
Télex : 610.607 F
Télécopie : (1) 42.70.46.25