

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL ET SCIENTIFIQUE

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

B.P. 6009 – 45018 Orléans Cédex – Tél.: (38) 66.06.60

EXPÉRIENCE DE COLORATION DANS LE VAL D'ORLÉANS

par

M. ALBINET et G. BROSSIER

avec la collaboration de

A. BARRÈS, M. CAUDRON, N. DESPREZ, L. MOLINARD, H. PALOC



Département géologie de l'aménagement

Hydrogéologie

B.P. 6009 – 45018 Orléans Cédex – Tél.: (38) 66.06.60

73 SGN 095 AME

Mars 1973

R E S U M E

Dans le cadre des études d'ordre méthodologique relatives à la pollution le service de protection des eaux et du sous-sol du département Géologie de l'aménagement du B.R.G.M. a effectué une coloration dans un gouffre de la Loire, sur la commune de Jargeau, au cours de la première quinzaine de février 1973.

Les résultats de cette expérience ont été très positifs : la fluorescéine est apparue à divers points d'observation et notamment à la source du Loiret (source du Bouillon) et aux captages du Val de la ville d'Orléans.

Ces résultats ont permis :

- de confirmer ceux obtenus il y a plus de 70 ans par MARBOUTIN
- de préciser les relations Loire-"nappe des Calcaires de Beauce"-Loiret ainsi que les vitesses d'écoulement de l'eau souterraine
- de déterminer les risques de pollution des captages du Val de la ville d'Orléans.

T A B L E

1. INTRODUCTION

2. BUT DE L'OPERATION

3. HISTORIQUE

4. MODALITES DE L'EXPERIENCE

5. RESULTATS DE L'EXPERIENCE

6. INTERPRETATION DES RESULTATS

7. CONCLUSIONS

ANNEXE I

1. INTRODUCTION

Dans le cadre des études d'ordre méthodologique relatives à la pollution le service de protection des eaux et du sous-sol du département Géologie de l'aménagement du B.R.G.M. a effectué une coloration dans un gouffre de la Loire, sur la commune de Jargeau, au cours de la première quinzaine de février 1973.

Ce travail a pu être mené à bien grâce à la collaboration du Service géologique régional Bassin de Paris - annexe d'Orléans (B.R.G.M.).

Les services administratifs divers, les mairies concernées ainsi que la presse locale et la télévision régionale ayant été avertie en temps utile de cette expérience, nous les remercions vivement de leur appui particulièrement favorable auprès de la population notamment en ce qui concerne les contacts directs pris sur le terrain. Plus précisément nos remerciements iront au :

- Service des eaux de la ville d'Orléans
- Service d'administration du Parc floral à Orléans-La Source

qui ont eu l'amabilité de faciliter au maximum notre travail de jour comme de nuit pendant toute la durée de l'expérience.

2. BUT DE L'OPERATION

Ce but était double :

- d'une part mieux connaître les relations nappe rivière dans le Val d'Orléans
- d'autre part démontrer les influences néfastes que peuvent avoir des rejets directs d'eau polluée dans la Loire.

En ce qui concerne le premier point il s'agissait de préciser les relations entre la Loire, les forages qui captent l'eau souterraine contenue dans les "Calcaires de Beauce" et les sources du Loiret issues de la même nappe. Rappelons très brièvement que nous avons dans le val deux réservoirs aquifères : tout d'abord les alluvions de la Loire puis les "Calcaires de Beauce" ; ces deux réservoirs, en communication directe ou indirecte, sont alimentés par la Loire de façon permanente. Quant au deuxième point nous

souhaitions démontrer les possibilités de contamination rapide des captages de la ville d'Orléans (captages du Val) à partir de rejets éventuels d'eau polluée dans le lit de la Loire.

3. HISTORIQUE

Des expériences semblables avaient déjà été réalisées avec succès en 1901 et 1902 par MARBOUTIN ; c'est d'ailleurs à partir de celles-ci que nous avons "calé" la plupart de nos observations et l'ensemble de l'opération (mise en place de fluocapteurs, estimation des vitesses de circulation, quantité de fluorescéine injectée).

Par la suite d'autres colorations auraient été tentées :

- entre 1928 et 1932, à Guilly, avec résultats positifs à Sandillon au lieu-dit château de Bardy et à la source du Bouillon ;
- en 1941 par MEUNIER et GUILLERD qui n'obtinrent aucune apparition après avoir introduit un colorant dans un gouffre du Bras-de-Bou.

En 1969, au mois d'octobre, le département Hydrogéologie du B.R.G.M. essayait de renouveler l'expérience de MARBOUTIN réalisée sur le gouffre de la Bruyère près de Chateauneuf-sur-Loire où 5 kg de fluorescéine étaient déversés. Les résultats de cette opération furent négatifs et cet échec fut attribué à l'insuffisance de la quantité de colorant injectée compte tenu des conditions hydrologiques.

Au cours de la première quinzaine de janvier 1973 nous prenions connaissance de l'existence d'une perte très importante dans le lit de la Loire, perte située à quelques dizaines de mètres à l'aval du terrain de camping de Jargeau. Une visite immédiate sur le terrain confirmait la présence et l'importance de cette perte qui se serait formée (renseignements verbaux recueillis auprès de la population) en mars 1972. La coloration était décidée sans plus attendre, la perte pouvant plus ou moins s'obstruer voire se boucher naturellement par suite d'une crue, ou artificiellement par décision de la commune de Jargeau.

4. MODALITES DE L'EXPERIENCE

Les 1^{er} et 2 février 1973 des fluocapteurs étaient mis en place sur les points suivants (cf. carte) :

Forages (indice de classement dans les archives du B.R.G.M.)	Communes	Lieux-dits
398-4-21	Darvoy	Les Ormeaux
398-4-123	Darvoy	Pontvilliers
398-4-40	Darvoy	Pontvilliers
398-4-36	Darvoy	Taille de la Beuve
398-4-231	Darvoy	Chenailles
398-4-25	Sandillon	Rebonty
398-3-158	Sandillon	Chartres
398-3-119	Sandillon	Maison Rouge
398-3-16	Sandillon	Les Grands Marais
398-3-181	Sandillon	Moulin de Diot
398-3-168	Sandillon	La Fontaine
398-3-107	Sandillon	La Noue
398-3-42	Sandillon	Le Petit Marmagne
398-3-35	St. Cyr en Val	Villesancien
398-3-27	St. Denis en Val	L'Anière
363-6-40	St. Denis en Val	Champdoux
398-2-258	St. Cyr en Val	Cornay
398-2-35	St. Cyr en Val	La Dhuy
398-2-53	St. Cyr en Val	La Patte d'Oie
398-2-6	Orléans-La Source	Puits Theuriet (captages de la
398-2-9	Orléans-La Source	Puits du Bouchet) ville d'Orléans
398-2-7	Orléans-La Source	Puits du Gouffre) (baches de récep- tion à l'usine du Val)
398-2-18	St. Jean le Blanc	Les Cassines
398-2-309	Olivet	La Fonderie
Source du Bouillon	Orléans-La Source	Parc Floral
Source des Bechets	Olivet	Les Bechets
Sources de la Pie	St. Hilaire-St.- Mesmin	La Pie

Remarque :

Les fluocapteurs étaient au nombre de 2 par point d'observation hormis pour la source du Bouillon où l'on en avait disposé une batterie de 20. Ceux-ci ont été renouvelés suivant les besoins. Pour les sources de la Pie 2 couples de fluocapteurs ont été disposés sur les 2 bras formés par le cours d'eau et séparés par une petite île juste à l'aval de ces sources de façon à "balayer" l'ensemble de celles-ci (sources hautes et sources basses).

Pour le puits du Bouchet et le puits du Gouffre les fluocapteurs ont été placés aux baches d'arrivée à l'usine des eaux.

Le lundi 5 février 15 kg de fluorescéine diluée dans 80 litres d'eau étaient injectés au lieu de la perte, en bordure même de la rive gauche de la Loire. Cette perte est située exactement à 100 m à l'aval de la sortie en Loire de l'éégout desservant la zone ouest de la commune de Jargeau ou encore à la même distance par rapport à l'extrémité ouest du terrain de camping de cette commune.

Ses coordonnées Lambert sont les suivantes :

$$X = 318,98 \qquad Y = 583,00$$

Le matériel utilisé (cf. photographies et fig. 1) comportait 3 tiges métalliques (chacune ayant une longueur de 3,20 m et un diamètre de 20 mm) fixées, bout à bout, une petite crépine étant vissée à l'extrémité de la dernière. L'ensemble était réuni par un flexible de caoutchouc muni d'un entonnoir à un robinet adapté sur une cuve de 75 litres, la solution colorante étant déversée dans cette cuve. La crépine était placée au plus bas dans le lit de la Loire soit à une profondeur de 8 mètres environ par rapport à la surface de l'eau, de façon à ce que toute la solution soit absorbée par la perte (1).

L'injection s'est effectuée en 3 h 30' de 10 h à 13 h 30. La solution colorante a été entièrement absorbée.

Dès le même jour, en fin d'après-midi, la surveillance commençait sur les divers points d'observation retenus. Le détail de celle-ci est donné en annexe 1.

(1) Il est très difficile de donner une valeur du débit de cette perte au moment de l'injection. Toutefois il est vraisemblable que l'ordre de grandeur peut atteindre le m³/sec.

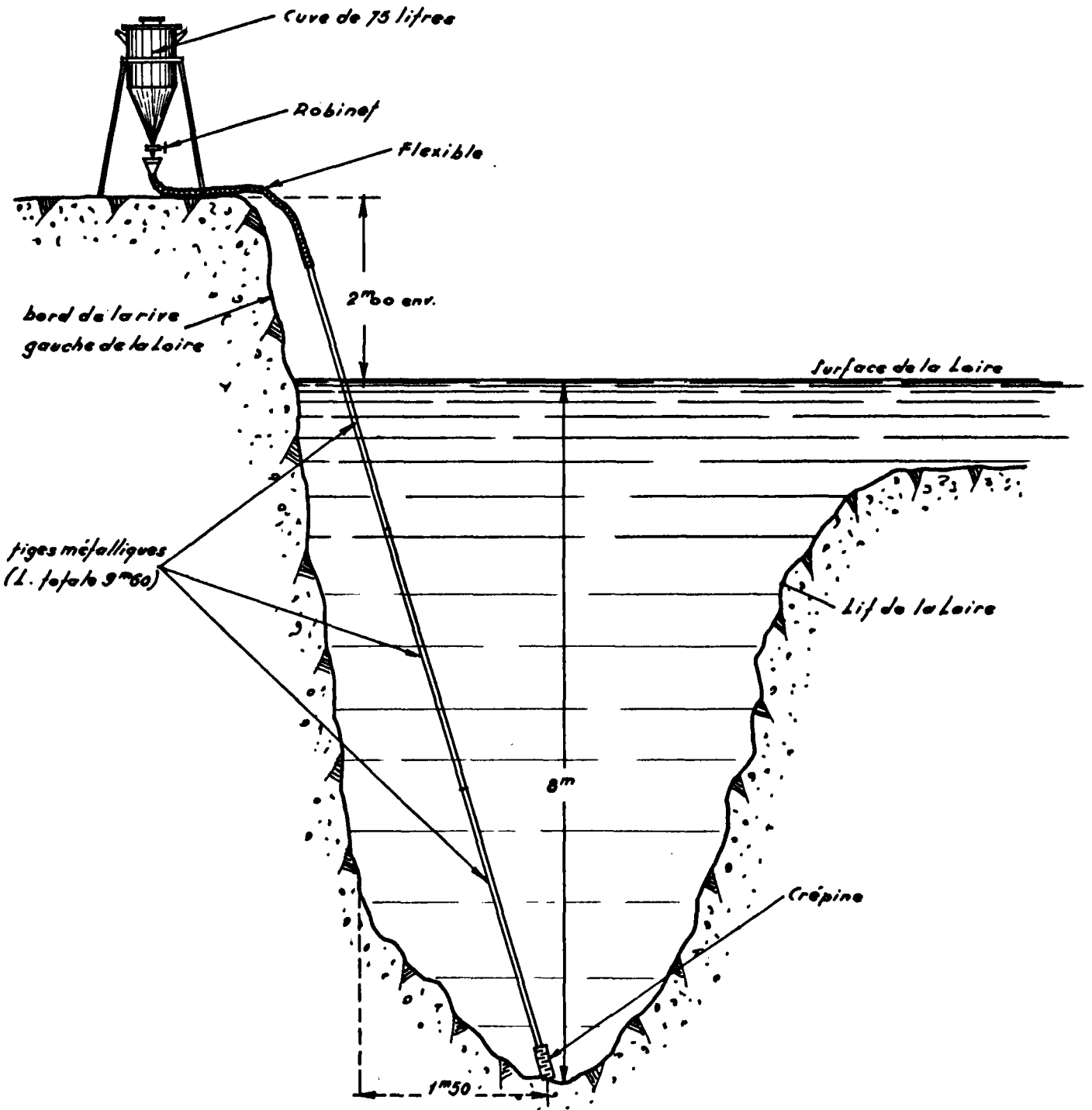


Figure 1.





5. RESULTATS DE L'EXPERIENCE

Signalons ici que le contrôle le plus étroit se situait (cf.annexe 1) sur la source du Bouillon et aux trois captages de la ville d'Orléans (puits du Gouffre, puits Theuriet, puits du Bouchet).

Les points sur lesquels nous sommes certains que la fluorescéine est ressortie (test positif au fluocapteur) sont les suivants :

- Source du Bouillon (
- Puits du Gouffre (398-2-7)) Orléans-La Source
- Puits Theuriet (398-2-6))
- Puits du Bouchet (398-2-9) (
- Sources de la Pie (ensemble des sources) St. Hilaire-St.Mesmin
- Forage de la Fonderie SIFA (398-2-309) Olivet
- Forage du domaine de Cornay (398-2-258) St. Cyr en Val

Remarque : La couleur verte constatée visuellement à la source de l'abîme dans la matinée du 9/2/73 laisse supposer que ce point peut être considéré comme positif.

En ce qui concerne les observations plus précises effectuées sur la source du Bouillon et les captages de la ville d'Orléans, le détail des résultats en est consigné dans le tableau ci-après :

Point d'observation	distance par rapport au point d'injection	type d'observation *	date et heure de l'apparition de la fluorescéine	vitesse de 1ère réapparition en mètre/h calculée sur 13 km
Source du Bouillon	13 km en ligne droite	oeil nu	8/2/73 - 16 h 10'	166
		fluocapteur	8/2/73 - 14 h 10'	171
		fluorimètre	8/2/73 - 8 h	186
Puits Theuriet	"	fluocapteur	8/2/73 - 16 h 10'	166
Puits du Gouffre	"	fluocapteur	9/2/73 - 2 h 20'	147
Puits du Bouchet	"	fluocapteur	8/2/73 - 23 h 10'	152

* oeil nu : coloration visible à l'oeil nu

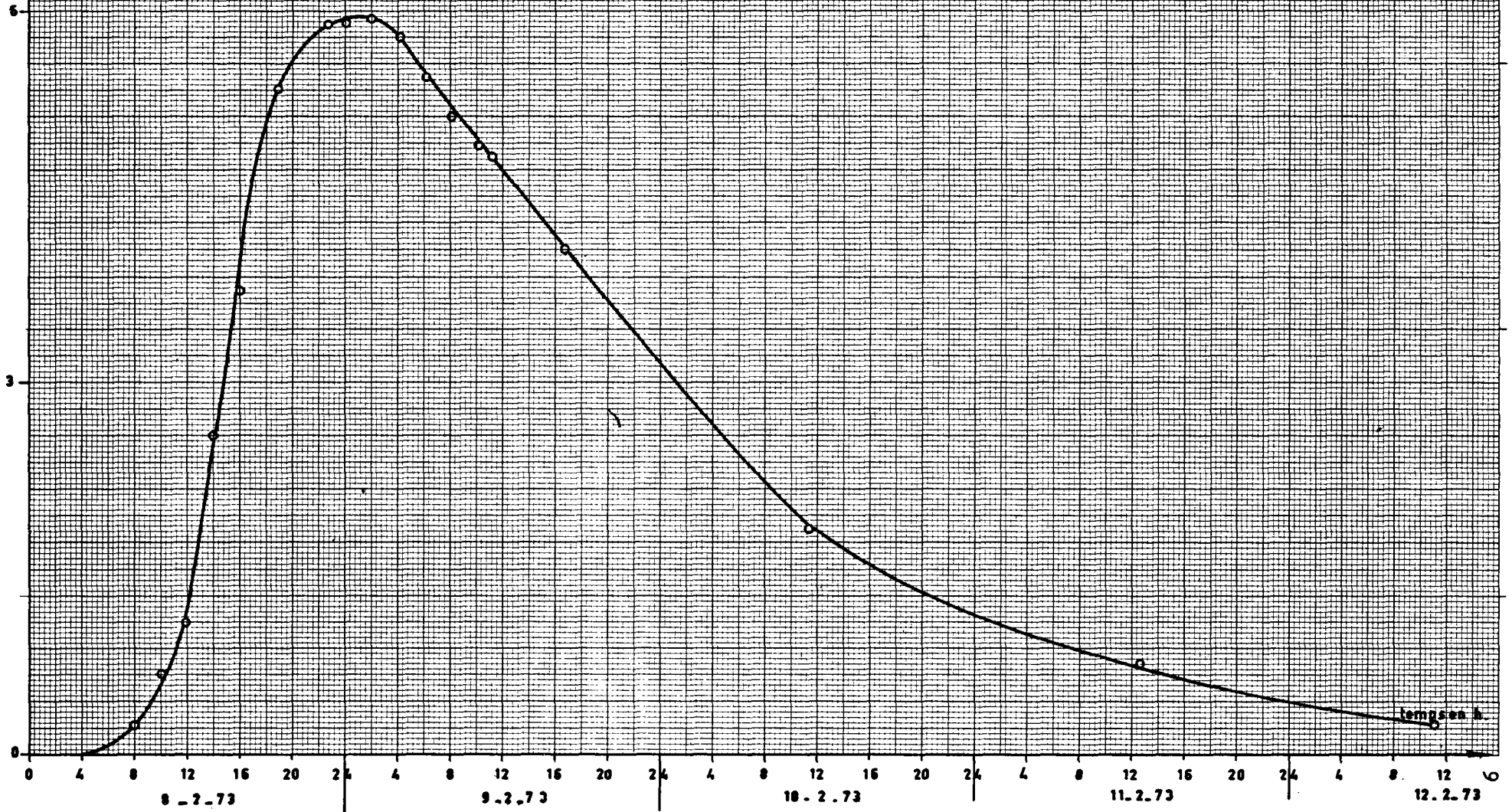
fluocapteur : coloration visible à la lampe après séchage et traitement des fluocapteurs à la potasse alcoolique

fluorimètre : coloration décelée sur prélèvement d'eau non traitée, au fluorimètre Turner

concentration
en p.p.b

SOURCE DU BOUILLON

Courbe de restitution de la fluoréscéine dans l'eau



Si l'on prend comme origine du temps de l'apparition de la fluorescéine le 8/2/73 à 8 h du matin (mesure au fluorimètre), le temps de parcours entre la perte et la source du Bouillon serait donc de 70 heures. Ce temps est légèrement supérieur (quelques heures seulement) pour les captages de la ville d'Orléans.

Par ailleurs et ainsi que l'indique l'annexe 1, des prélèvements d'eau ont été effectués (toujours au même endroit) à la source du Bouillon pendant toute la durée de l'expérience. Ces échantillons non traités et examinés au fluorimètre Turner ont permis de tracer la courbe de restitution de la fluorescéine qui situe ainsi le 9/2/73 à 1 h du matin la concentration maximale. L'analyse de cette courbe montre également la rapidité du passage de la coloration ; ceci ajouté au fait que le "pic" se situe en pleine nuit explique pourquoi la couleur franchement verte des eaux du Loiret n'a pu être observée à l'oeil nu par la population que quelques heures dans la matinée du vendredi 9 février.

Enfin il faut signaler :

- que tous les fluocapteurs (ensemble des points d'observation) ont été relevés le jeudi 15 février, soit 7 jours après l'apparition de la fluorescéine à la source du Bouillon
- que la plupart des fluocapteurs étaient immergés dans des forages au repos. Seuls des pompages avaient lieu sur les points suivants :
398-4-25 (conserverie de Rebonty à Sandillon), 398-3-107 (ferme de la Noue à Sandillon), 398-2-6, 398-2-9, 398-2-7 (captages d'Orléans à Orléans-La Source), 398-2-18 (cimenterie à St. Jean le Blanc), 398-2-309 (fonderie SIFA à Olivet).

6. INTERPRETATION DES RESULTATS

Les vitesses d'écoulement calculées par MARBOUTIN sont identiques à celles que nous avons obtenues pour les mêmes conditions d'observation (apparition de la fluorescéine visible à l'oeil nu). Rappelons ici que ce sont des vitesses calculées sur un trajet en ligne droite sur une distance de 13 km et donc que les vitesses réelles sont certainement supérieures.

Au vu des résultats, on peut donc dire :

- que des relations étroites existent entre Loire-nappe des "Calcaires de Beauce"-Loiret. La Loire alimente naturellement la nappe sus-visée ainsi que le Loiret,
- que les vitesses de circulation de l'eau souterraine sont très importantes ce qui implique vraisemblablement des écoulements turbulents à l'intérieur de chenaux de grandes dimensions. Il est donc raisonnable de penser que la filtration des corps non dissous est certainement assez réduite.

Pour certains forages des doutes subsistent, le test n'étant pas franchement positif. D'autre part, tous les forages "agricoles" étant au repos il y a peut-être là l'explication des tests négatifs sur la quasi totalité de ceux-ci. Ajoutons encore que les fluocapteurs ont été relevés 15 jours après leur mise en place et qu'il était encore possible, quoique peu probable, de matérialiser le passage du colorant sur certains d'entre eux.

Aussi le fait de voir au travers de ces résultats une trajectoire préférentielle d'écoulement souterrain doit être écartée en l'absence de preuves plus précises.

Sur l'origine de la coloration des sources de la Pie, il est également difficile de se prononcer, des pertes pouvant se produire au niveau du Loiret.

Sur un plan plus pratique, il est indiscutable que les risques de pollution des trois captages du Val de la ville d'Orléans sont très importants. Nous avons d'ailleurs pu constater quelques jours après l'injection, que certains éléments solides (morceaux de papier) et liquides (irisations caractéristiques de rejets d'essence dans l'eau) en provenance de la sortie d'égout située à 100 m à l'amont (sur la même rive) de la perte, étaient entraînés dans le tourbillon d'absorption de cette dernière. D'une part et comme nous l'avons signalé précédemment, la filtration des corps non dissous à l'intérieur des chenaux des "Calcaires de Beauce" étant vraisemblablement réduite et d'autre part du fait des vitesses de circulation importantes, il est fortement à craindre que des rejets éventuels d'eau souillée (surtout en rive gauche de la Loire) à partir de Jargeau aient des conséquences néfastes pour la qualité de l'eau captée par les trois forages du Val de la ville d'Orléans.

Ces craintes sont d'autant plus fondées qu'il existe d'autres pertes (1) en amont de celle dont il a été question dans ce rapport.

(1) *il y en a une au droit du camping : elle a été rebouchée partiellement.*

7. CONCLUSIONS

Les résultats positifs de l'expérience nous ont donc permis de confirmer ceux obtenus par MARBOUTIN il y a plus de 70 ans, à savoir :

- que la Loire alimente le Loiret par l'intermédiaire de la nappe des "Calcaires de Beauce",
- que ces communications (vitesses de circulation) sont très rapides.

Sur le plan sanitaire, il faut s'attendre à voir apparaître rapidement une pollution sur les trois captages du Val de la ville d'Orléans en cas de rejets d'eau souillée dans la Loire dans la zone Jargeau et en amont de cette ville.

Enfin, on doit signaler que suite aux relevés piézométriques divers entrepris par le Service géologique régional Bassin de Paris - annexe d'Orléans (B.R.G.M.), la Loire alimente de façon permanente et jusqu'au droit de Chécy les réservoirs aquifères formés par les alluvions et les "Calcaires de Beauce". Il est donc évident que les risques précédemment indiqués s'étendent jusqu'à cette limite.

A N N E X E 1

Mode opératoire de surveillance pratiquée sur l'ensemble des points retenus

1. Source du Bouillon au Parc Floral (Orléans-La Source)

A chaque passage, un échantillon d'eau et un fluocapteur étaient prélevés. L'ordre de passage a été le suivant :

- Lundi 5 février 1973 : 22 h
- Mardi 6 février 1973 : 8h - 10h50' - 14h - 16h10' - 19h10' - 23h
- Mercredi 7 février 1973 : 8h - 10h - 12h - 14h - 16h - 19h15' - 23h15'
- Jeudi 8 février 1973 : 8h - 10h - 11h50' - 14h10' - 16h10' - 19h - 22h30' - 24h
- Vendredi 9 février 1973 : 2h - 4h10' - 6h - 8h10' - 10h - 11h - 16h20'
- Samedi 10 février 1973 : 11h30'
- Dimanche 11 février 1973 : 12h30'
- Lundi 12 février 1973 : 11h40' - arrêt des prélèvements

2. Captages du Val de la ville d'Orléans (un fluocapteur prélevé à chaque passage)

	<u>Puits Theuriet</u>	<u>Puits du Gouffre</u>	<u>Puits du Bouchet</u>
mercredi	8h45'	8h25'	8h30'
7 février 73	16h20'	16h10'	16h15'
jeudi	10h28'	10h20'	10h15'
8 février 73	16h30'	16h25'	16h20'
	23h20'	23h10'	23h05'
vendredi	2h05'	2h15'	2h20'
9 février 73		arrêt des prélèvements	

3. Autres points (un fluocapteur prélevé à chaque passage)

	<u>date</u>	<u>heure</u>
398-4-40	6/2/73	10h
398-4-123	6/2/73	10h10'
"	9/2/73	3h
398-4-21	6/2/73	10h20'
"	9/2/73	3h10'
398-4-25	9/2/73	13h45'
398-4-36	9/2/73	3h30'

./.

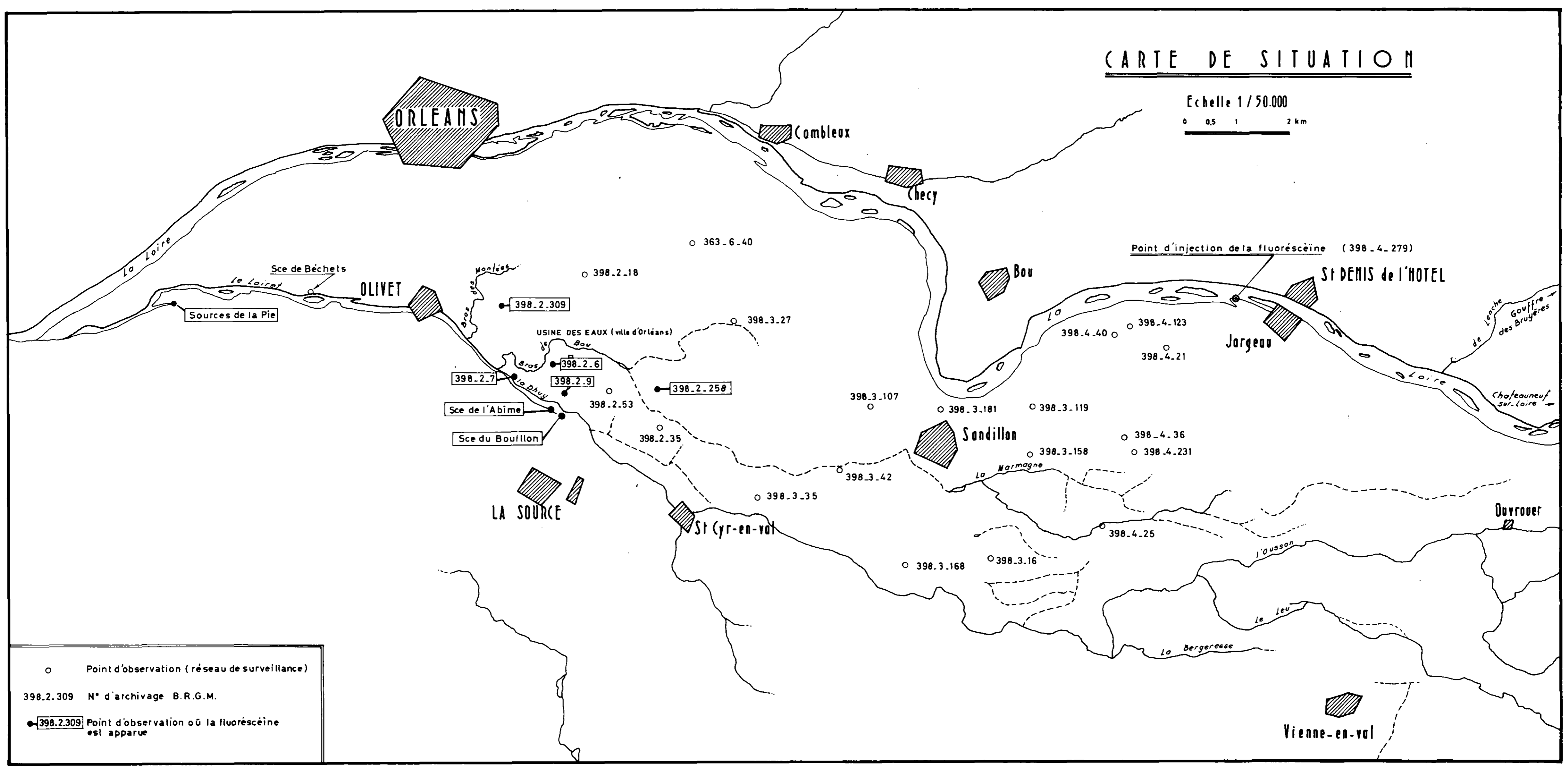
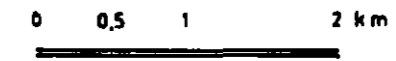
ANNEXE 1 (suite)

398-4-231	9/2/73	3h20'
398-3-158	9/2/73	3h45'
398-3-42	9/2/73	4h
398-2-18	9/2/73	11h20'
398-2-309	9/2/73	11h50'
Source des Béchets	9/2/73	5h30'
Sources de la Pie	9/2/73	5h40'

Prélèvement général de tous les fluocapteurs restant sur tous les points le 15 février 1973.

CARTE DE SITUATION

Echelle 1/50.000



○ Point d'observation (réseau de surveillance)
398.2.309 N° d'archivage B.R.G.M.
● 398.2.309 Point d'observation où la fluorescéine est apparue