



REPUBLIQUE ET CANTON DE GENEVE
DEPARTEMENT DE L'INTERIEUR, DE L'ENVIRONNEMENT
ET DES AFFAIRES REGIONALES

CENTRE DE LULLIER
Laboratoire cantonal d'agronomie

Impact de la construction de l'autoroute de contournement de Genève sur la fertilité des sols agricoles utilisés comme emprises provisoires de chantier (RN 1a, section 8)

Einfluss der Erstellung der Umfahrungsautobahn von Genf auf die Fruchtbarkeit von zwischengelagertem Böden

Laboratoire Cantonal d'Agronomie du Centre de Lullier
Antoine Besson, Luc Chatenoux, James Mudespacher et Gérald Meylan

IATE-Pédologie (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne)
Philippe de Pury

Mandat de recherche sur proposition de l'Office Fédéral des Routes

Mars 1997

TABLE DES MATIERES

	pages
• AVANT PROPOS	I
• RESUME	II
• ZUSAMMENFASSUNG	IV
• REMERCIEMENTS, COLLABORATION	VI
• RAPPORTS SCIENTIFIQUES	
1. Etude sur le comportement des terres végétales entreposées en tas	
1.1. Introduction	1
1.2. Description de l'essai.....	2
1.3. Résultats et discussion	3
1.4. Conclusion.....	5
2. Comportement des terres remises en place suite à la construction de l'autoroute de contournement	
2.1. Introduction	7
2.2. Matériel et méthodes.....	9
2.3. Résultats	14
2.4. Discussion	27
2.5. Conclusion.....	31
• REMISE EN CULTURE DES SOLS AGRICOLES ET RENCONTRE AVEC LES AGRICULTEURS	
1. Propos liminaires	34
2. Evolution de l'occupation du sol entre 1994 et 1996	35
3. Visites des cultures	37
4. Inventaire des pratiques culturales et rencontre avec les agriculteurs ...	42
• QUELQUES REFLEXIONS SUR LE DECAPAGE, LE STOCKAGE ET LA REMISE EN PLACE ET EN CULTURE DES SOLS AGRICOLES	
1. Préambule.....	44
2. Mesures préliminaires	45
3. Le décapage.....	46
4. Le stockage.....	47
5. La remise en place	48
6. La remise en culture.....	49
7. Conclusion.....	50
• BIBLIOGRAPHIE	
• ANNEXES	

Avant propos

L'Office fédéral des routes, préoccupé par les dommages pouvant être infligés aux sols agricoles lors des travaux de génie civil, a mandaté le Laboratoire cantonal d'agronomie pour réaliser deux études dans le cadre de la construction de l'autoroute de contournement de Genève (RN 1a).

Lors de la première étude, l'évolution de la fertilité de trois types de sol entreposés en tas a été suivie entre 1988 et 1991. Cette évolution a été caractérisée par des critères qualitatifs (structure du sol, accidents pédologiques) et quantitatifs (densité apparente, teneur en nutriments). Cette étude sur le stockage des sols prend son importance si l'on considère que par le passé, la fertilité de matériaux terreux a souvent été menacée pendant l'entreposage. En effet, un décapage effectué sur un sol dont la portance est insuffisante, l'emploi de machines de chantier obligées de monter sur les tas pour les dresser, ainsi qu'une hauteur exagérée des tas sont des pratiques courantes, favorisant une mauvaise évolution de la fertilité des matériaux terreux entreposés.

La deuxième étude avait pour objet l'évaluation de la fertilité des terres remises en place après la construction de l'autoroute. Il s'agissait d'estimer d'une part la fertilité des sols ayant retrouvé leur vocation agricole et, d'autre part, d'effectuer un suivi de la remise en culture par le biais d'un inventaire des pratiques culturales. L'aide aux agriculteurs, rencontrant des difficultés lors de la remise en culture, fait aussi partie du travail effectué. La fertilité des sols remis en place a été évaluée par des mesures physiques et chimiques (teneurs en nutriments, perméabilité, densité apparente, tensiométrie), ainsi que par l'estimation des rendements sur les parcelles ayant retrouvé leur vocation agricole.

Les résultats de ces deux études sont présentés en deux volets. Le premier rend compte de la partie scientifique des deux études. Les données concernant la remise en culture et l'inventaire des pratiques culturales sont exposées dans le deuxième volet. Enfin, dans un troisième volet, quelques réflexions sont présentées quant au décapage, au stockage et à la remise en place des terres.

RESUME

L'Office fédéral des routes a mandaté le Laboratoire cantonal d'agronomie du Centre de Lullier (Genève) pour réaliser deux études dans le cadre de la construction de l'autoroute de contournement de Genève (RN1a). La première étude avait pour objet l'évolution de la fertilité de trois types de sol entreposés en tas. Lors de la deuxième, il s'agissait d'évaluer la fertilité des terres remises en place suite à la construction de l'autoroute.

Les résultats de la première étude montre clairement qu'il est possible d'entreposer des terres sans que leur fertilité soit fortement diminuée. Pour des terres contenant moins de 20% d'argile, et pour autant que le décapage et l'entreposage aient été réalisés dans de bonnes conditions, une hauteur de 2.50 m pour les tas de terre végétale ne semble pas excessive. En effet, les mesures de densité apparente¹ ainsi que les observations de la structure à la base du tas attestent que l'effet de chargement n'a pas eu de conséquences importantes sur la fertilité des terres entreposées.

Les résultats de la deuxième étude montrent que les atteintes physiques occasionnées lors des travaux de génie civil dépendent surtout du type de sol. A Bardonnex, aux alentours de la plate-forme douanière, les terres brunes calcaires, reposant sur des moraines caillouteuses et perméables, ont retrouvé en grande partie leur fertilité initiale. Par contre, sur les communes de Confignon et de Bernex certaines terres brunes hydromorphes, reposant sur des moraines de fond peu perméables, tardent à retrouver leur fertilité antérieure. Les estimations de rendement effectuées à Confignon, montrent que la remise en place des sols peut provoquer des diminutions de rendement plusieurs années après les travaux. L'indemnisation, limitée sur la première année de remise en culture, telle que définie dans les conditions générales pour la mise à disposition des emprises provisoires des chantiers de la route nationale 1a peut donc dans certains cas, ne pas être suffisante.

Au vu de ce travail, il semble que ce soit la nature de la terre végétale et de la sous-couche arable, ainsi que leur teneur en eau² au moment du décapage et de la remise en place, qui tiennent le rôle prépondérant dans le succès d'une remise en place. La hauteur des tas, pour autant qu'elle ne soit pas excessive, ainsi que le choix des machines semblent jouer un rôle certes pas négligeable, mais secondaire.

¹ Le terme de densité apparente signifie ici densité apparente à l'état sec. C'est le rapport entre la masse des particules sèches et le volume total du sol.

² En fait, la résistance du sol au compactage dépend plutôt du potentiel matriciel de l'eau du sol. La relation entre la teneur en eau et le potentiel matriciel de l'eau du sol est donnée par la courbe de désorption.

Une fois les travaux terminés, il est important que la remise en culture soit effectuée selon les recommandations en vigueur. Pour cela, les solutions proposées doivent non seulement être techniquement appropriées, mais également financièrement intéressantes pour les agriculteurs. L'expérience nous a montré que les agriculteurs désirent trouver un interlocuteur connaissant le monde et les techniques agricoles, possédant une certaine autonomie au niveau de la prise de décision qui doit être rapide. Les décisions relatives aux compensations financières, si par exemple l'agriculteur renonce à une culture de blé au profit d'une jachère verte, devraient pouvoir être prises immédiatement par la personne s'occupant de la protection du sol. Ceci permettrait de gagner un temps souvent très précieux quand il s'agit de choisir la date d'un semis.

En définitive, c'est avant tout des efforts administratifs et de planification qu'il faut effectuer, si l'on veut diminuer les risques d'atteintes physiques aux sols agricoles mis à disposition pour les emprises de chantier. Ainsi, le décapage et la remise en place des matériaux terreux doivent être effectués de mai à septembre, période où l'humidité du sol est en général la plus faible. Le contact entre les agriculteurs et le service de protection du sol devrait être établi une année au moins avant le début des travaux. C'est également avant la fin des travaux qu'une discussion entre les agriculteurs et le service de protection du sol doit s'établir, afin de définir les modalités de la remise en culture et de fixer les éventuelles compensations financières. De cette manière, les risques d'atteintes physiques au sol lors des interventions du génie civil, ainsi que ceux liés à une remise en culture inadéquate, seront minimisés.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen der Erstellung der Umfahrungsautobahn von Genf (RN1a) beauftragte das Bundesamt für Strassenbau das kantonale landwirtschaftliche Laboratorium (Laboratoire cantonal d'agronomie du Centre de Lullier, Genève), zwei Studien zu realisieren. Ziel der ersten Studie war die Entwicklung der Fruchtbarkeit von drei Bodentypen, welche als Haufen gelagert wurden. Im Laufe der zweiten Studie ging es um die Ermittlung der Fruchtbarkeit der Böden, die nach dem Bau der Autobahn wieder eingebracht wurden.

Die Ergebnisse der ersten Studie zeigen klar, dass es möglich ist Boden zu lagern ohne dass ihre Fruchtbarkeit stark verringert wird. Für Böden mit weniger als 20% Tonanteil, und unter der Voraussetzung, dass das Abhumusieren und die Lagerung unter guten Bedingungen durchgeführt wurden, scheint eine Haufenhöhe von 2.50 m für Oberboden zulässig zu sein. Messungen der scheinbaren Dichte¹ sowie Beobachtungen der Struktur am Haufengrund bestätigen, dass in diesem Fall die Wirkung der Last keine wesentlichen Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit der gelagerten Böden hatte.

Die Ergebnisse der zweiten Studie zeigen, dass die physikalischen Beeinträchtigungen, welche während der Schütтарbeiten und der Bodenlagerung entstanden sind, vor allem vom Bodentyp abhängig sind. In der Umgebung des Zollpostens von Bardonnex haben kalkreiche Braunerden, welche auf steinigem und durchlässigen Moränen aufliegen, ihre ursprüngliche Fruchtbarkeit zum grossen Teil wiedererlangt. Im Gegensatz dazu haben gewisse in den Gemeinden Confignon und Bernex vorkommende hydromorphe Braunerden, welche auf wenig durchlässigen Grundmoränen aufliegen, Mühe, ihre vorherige Fruchtbarkeit wiederzuerlangen. In Confignon durchgeführte Ertragsschätzungen zeigen, dass die Schütтарbeiten eine Ertragsverminderung während mehrerer Jahre nach Abschluss der Arbeiten bewirken kann. Deshalb kann - gemäss den Allgemeinen Bedingungen über die Zurverfügungstellung von provisorischen Zufahrten für die Baustellen der N1a - in gewissen Fällen die Entschädigung, auf das erste Jahr nach dem Wiederaufbau von Kulturen beschränkt, ungenügend sein.

Basierend auf dieser Untersuchung scheint es, dass es die Art der Humusschicht und des Unterbodens sowie der Wassergehalt² während des Abhumusierens und der Schütтарbeiten sind, welche die ausschlaggebende Rolle für eine erfolgreiche Rückführung zum ursprünglichen Boden spielen. Sofern keine übertrieben hohe Erdhaufen geschüttet werden, scheinen die Höhe der Haufen, sowie die Wahl der

¹Die scheinbare Dichte oder Raumgewicht des Bodens ist das Verhältnis der Masse zu ihrem Volumen im Boden. Es ist in der Bodenkunde üblich, die Masse des Wassers auszuschliessen und die Dichte des ofentrockenen Bodens (105 °C) anzugeben.

²Der Widerstand des Bodens gegen Verdichtung hängt unter anderem von der Saugspannung ab. Die Beziehung zwischen Wassergehalt und Saugspannung ist durch die Desorptionskurve gegeben.

Maschinen eine zwar nicht unbedeutende, aber doch zweitrangige Rolle zu spielen.

Nach Abschluss der Bauarbeiten ist es wichtig, dass der Wiederaufbau von Kulturen entsprechend den gültigen Empfehlungen durchgeführt wird. Dazu müssen die vorgeschlagenen Lösungen nicht nur technisch anwendbar, sondern auch für den Landwirt finanziell interessant sein. Nach unseren Erfahrungen wünschen sich die Landwirte einen mit der Landwirtschaft vertrauten Gesprächspartner mit einer gewissen Selbstständigkeit auf dem Gebiet der Entscheidungsfällung, welche rasch erfolgen muss. Entscheidungen betreffend die finanzielle Entschädigung, z. B. wenn der Landwirt auf den Anbau von Weizen zugunsten einer Grünbrache verzichtet, sollten von der mit dem Bodenschutz beauftragten Person gefällt werden können. Dies würde einen Zeitgewinn bringen, der im Zusammenhang mit der Bestimmung des Saatzeitpunktes oft sehr wertvoll ist.

Schlussendlich sind es vor allem verwaltungstechnische und planerische Anstrengungen, welche durchgeführt werden müssen, um die Risiken der physikalischen Beeinträchtigungen der für die Erschliessung der Baustelle zur Verfügung gestellten landwirtschaftlichen Böden zu vermindern. Entsprechend müssen die Schütтарbeiten im Spätfrühling und Sommer, den Jahreszeiten mit der im allgemeinen geringsten Bodenfeuchte, erfolgen. Die Kontaktaufnahme zwischen den Landwirten und dem Bodenschutzdienst sollte mindestens ein Jahr vor dem Beginn der Arbeiten erfolgen. Ausserdem sollte vor dem Abschluss der Arbeiten eine Diskussion zwischen den Landwirten und dem Bodenschutzdienst erfolgen, um die Bedingungen für die Rekultivierung zu definieren und die eventuellen finanziellen Entschädigungen festzulegen. Die Risiken von physikalischen Beeinträchtigungen des Bodens während der Bauarbeiten sowie diejenigen eines unangepassten Wiederaufbaus von Kulturen würden auf diese Art möglichst gering gehalten.

REMERCIEMENTS ET COLLABORATIONS

Ont collaboré à cette étude:

L'institut de pédologie de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne
N. Van der Klink, R. Metzger, J.-C. Vedy

La section physique du sol de la Station fédérale de recherches agronomiques de Changins
G. Christinet, J.-A. Neyroud

Le bureau d'architecte W. Brugger à Genève
R. Steinmann, W. Brugger

Nous tenons à exprimer notre gratitude à W. Brenneisen, adjoint à la section environnement et recherche de l'Office fédéral des routes, pour nous avoir confié la réalisation de ce mandat. Nos remerciements vont également au Département des travaux publics et de l'énergie du Canton de Genève, à G. Joos, directeur adjoint du génie civil ainsi qu'à J.-B. Haegler, chef de division des chaussées et de la maintenance, qui nous ont accordé leur confiance lors de la réalisation de cette étude.

Nous tenons également à remercier Aldo et Dario Fossati, de la Station fédérale de recherches agronomiques de Changins, qui ont gentiment mis à notre disposition les installations de battage des céréales. Notre gratitude va également à J.-P. Clément, C. Salm, R. Bono, P. Schreiber, F. Borer, et M. Gratier, pour leur aide et précieux conseils. Nous tenons également à exprimer notre reconnaissance à tous les agriculteurs qui nous ont transmis de précieuses informations.

RAPPORTS SCIENTIFIQUES

1. Etude sur le comportement des terres végétales entreposées en tas

1.1. Introduction

La terre végétale d'une surface constituant une emprise provisoire d'un chantier est en général décapée et entreposée en tas. A la fin de travaux, les emprises provisoires retrouvent leur vocation agricole et la terre entreposée est remise en place. Au cours de ces diverses opérations, des dégâts de nature physique peuvent être occasionnés à la terre végétale ou à la sous-couche arable, sur laquelle roulent les engins de décapage. L'ampleur des dégâts physiques occasionnés au sol dépend avant tout du type de sol (teneur en argile, pierrosité) et de son état au moment des travaux (teneur en eau, densité apparente¹), ainsi que de l'organisation du chantier (machines utilisées, durée de stockage, hauteur des tas).

Ces dégâts de nature physique s'expriment généralement par une augmentation de la densité apparente et une réduction du pourcentage de pores grossiers (compactage). Les sols compactés se caractérisent par une modification du régime hydrique et d'aération, ce qui modifie ses propriétés chimiques et biologiques. Wolkowski (1990), signale qu'une aération réduite provoque une augmentation de la dénitrification, et donc une diminution de la disponibilité de l'azote; les quantités de potassium prélevés par les plantes pourraient également diminuer si la respiration à l'intérieur des racines est réduite. Harris et Birch (1989), indique que les biomasses, mesurées à partir de l'activité de la déhydrogénase, sont en général plus faibles dans les sols récemment remis en place.

Le but de ce travail était d'étudier l'évolution physique et chimique de trois types de sol entreposés en tas. Les grandeurs physiques mesurées étaient la texture, le tassement des tas (diminution de la hauteur), la densité apparente et la teneur en eau. Le pH, le pourcentage en matière organique et les teneurs en nutriments ont été les paramètres chimiques déterminés. La structure, l'évolution de la matière organique, les accidents pédologiques et l'enracinement ont été appréciés qualitativement lors de profils réalisés dans les tas.

En plus du type de sol, l'influence du drainage et de l'enherbement des tas sur l'évolution des terres entreposées a été quantifiée. Lors de cet essai, nous n'avons

¹ Le terme de densité apparente signifie ici densité apparente à l'état sec. C'est le rapport entre la masse des particules sèches et le volume total du sol.

malheureusement pas pu disposer du limon argileux prévu initialement. La nature des sols étudiés est donc assez proche.

1.2. Description de l'essai

L'essai mis en place à Bardonnex, en bordure de la route du même nom, comprend quinze tas de forme trapézoïdale (22 x 10 x 2.50 m). La disposition des tas est visible sur la carte 11, en annexe. Les trois types de sol étudiés sont une terre brune calcique peu graveleuse (tas A₁ à A₆), une terre brune calcaire graveleuse (tas B₁ à B₆, C₂ et C₃) et une terre brune, peu calcaire et peu graveleuse (C₁). Les terres de la série A appartiennent à la classe des silt limoneux; les terres de la série B ont des textures voisines et appartiennent à la classe des silt, des silt limoneux, et des limons sableux. La terre du tas C₁ est du type silt limoneux. Enfin, la terre des tas C₂ et C₃ est du type limon sableux.

Les terres de la série A proviennent du décapage de parcelles qui se situaient à l'est du tracé autoroutier, sur l'actuel emplacement de la plate-forme douanière. Les terres de la série B, proviennent du même endroit, mais étaient situées à l'ouest du tracé autoroutier. Le tas C₁ provient du décapage du tiers ouest de l'aire d'entreposage. Les tas C₂ et C₃ proviennent du décapage de la parcelle 7 (cf. carte 1). Le décapage a été effectué début juin 1988 à l'aide d'une chargeuse à chenilles. Les champs étaient occupés par de l'orge. Les conditions météorologiques lors du décapage étaient bonnes. La terre a été transportée par camion jusqu'à l'aire d'entreposage. Les tas des séries A et B, ainsi que le tas C₁, ont été établis avec une pelle rétro. Les tas C₂ et C₃ ont été dressés à l'aide d'une chargeuse à chenilles.

Pour les séries A et B, les deux premiers tas sont consacrés à l'étude de l'influence du drainage sur l'aération des tas; le deuxième, le troisième et le cinquième sont consacrés à l'étude de l'influence de l'enherbement; enfin les deux derniers sont destinés à l'étude du tassement. Pour la série C, seul le deuxième tas est enherbé et aucun n'est drainé.

Les drains «drainflex» ont été posés à la surface du sol et à 125 cm. Ils étaient disposés en quinconce et espacés de 250 cm. Pour l'enherbement, un mélange gazon «Uni-lawn» a été choisi. Pour la mesure du tassement, l'enfoncement progressif de plaques métalliques situées à 0, 50, 100, 150 et 200 cm a été déterminé par altimétrie.

Pour l'étude de l'évolution chimique et physique des terres entreposées, sept profils successifs ont été creusés à l'aide d'une pelle rétro sur chaque tas, à l'exception des deux derniers tas des séries A et B, destinés à la mesure du

tassement. Les profils étaient refermés le mieux possible dès que les différentes opérations (observation, échantillonnage) étaient terminées.

Les profils ont été examinés en automne et au printemps, à sept reprises entre juin 1988 et octobre 1991. Les profils étaient d'abord soigneusement observés. Le type de structure, la qualité de la matière organique, les éventuels accidents pédologiques ainsi que la profondeur de l'enracinement ont été relevés. Des échantillons de sol remaniés et non remaniés ont ensuite été prélevés aux profondeurs 50, 100, 150 et 200 cm. La texture et les propriétés chimiques, soit le pH, le pourcentage en matière organique, et les teneurs en différents nutriments (N, P, K, Mg, Ca), ont été déterminées sur les échantillons remaniés. La densité apparente et la teneur en eau ont été déterminées gravimétriquement sur les échantillons non remaniés, soit des cylindres de Burger de 100 cm³. Un seul échantillon a été prélevé par profondeur.

Les mesures du tassement par altimétrie ont été effectuées environ toutes les deux semaines au début de l'étude. Par la suite, les mesures se sont espacées.

1.3. Résultats et discussion

Le détail des résultats est donné dans le rapport final de l'étude sur le comportement de terres végétales entreposées en tas (Meylan et *al.* 1992). Nous ne reprendrons ici que quelques résultats particulièrement intéressants.

Les résultats des mesures de tassement des tas par altimétrie sont visibles dans le tableau 1.

Tab. 1: Valeurs annuelles du tassement des tas en mm. Niv. signifie niveau en cm. La surface du sol est 0 cm; la plaque la plus élevée se trouve à 50 cm en dessous de la surface du tas. E signifie enherbé et NE signifie non enherbé. Les tas enherbés sont les tas A5 et B5; ceux non enherbés sont les tas A6 et B6.

Niv.	1988				1989				1990				1991			
	série A		série B		série A		série B		série A		série B		série A		série B	
	E	NE	E	NE	E	NE	E	NE	E	NE	E	NE	E	NE	E	NE
200	51	52	68	68	39	43	40	41	6	12	10	16	6	11	16	13
150	28	14	61	45	25	22	20	20	9	6	5	13	7	7	6	11
100	13	11	36	29	14	14	12	13	3	2	1	3	6	3	4	14
50	5	7	25	30	4	9	8	10	1	0	0	2	1	0	4	1
0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0

On remarque que les tassements les plus marqués ont lieu en automne 1988 et en 1989. Si l'on effectue la somme des tassements sur les quatre années, on arrive à

des valeurs comprises entre 102 et 138 mm, ce qui reste des valeurs modestes de tassement. Les valeurs de tassement sont plus importantes pour les tas de la série B. On peut supposer que les espaces, ménagés par les cailloux au sein des tas B (terres graveleuses), plus importants que dans les tas A (terres peu graveleuses), se soient rapidement colmatés, sous l'influence des pluies, jusqu'à atteindre un état d'équilibre, au delà duquel les amplitudes de tassement resteront relativement faibles. Notons que l'enherbement ne semble pas jouer un rôle sur l'amplitude des tassements. Si l'on considère les périodes de fortes amplitudes de tassement, on remarque qu'elles coïncident avec des périodes de précipitations importantes. Ceci nous montre que le tassement est fonction de la teneur en eau du sol, et que le sol doit contenir une certaine quantité d'eau pour être sensible au tassement.

Les résultats détaillés des mesures de densité apparente sont donnés en annexe (tab. 9). Etonnement, la diminution de la hauteur des tas avec le temps ne se reflète pas dans la mesure des densités apparentes. De plus, nous ne constatons pas d'augmentation de la densité apparente avec la profondeur. Ces deux observations nous amènent à penser qu'un seul échantillon prélevé par profondeur, n'était pas suffisant. En outre, il est particulièrement difficile de prélever des échantillons non remaniés dans des terres caillouteuses, contenant en plus initialement une grande quantité de paille d'orge non broyée. Ceci explique sans doute pourquoi des valeurs particulièrement faibles de densité apparente, soit en dessous de $1,1 \text{ t/m}^3$, ont été mesurées à plusieurs reprises.

L'interprétation des autres résultats chiffrés concernant la mesure du pH et des teneurs en nutriments a été rendue difficile du fait de la méthode de prélèvement choisie. C'est entre autres à cause d'une probable variabilité spatiale, qu'aucune tendances, ni dans le temps pour la même profondeur, ni pour différentes profondeurs au même moment, n'ont pu être décelées. De ce fait, l'influence de la durée de l'entreposage des terres sur la disponibilité des différents nutriments n'a pas pu être quantifiée au cours de cette étude.

Durant cette étude, et dans tous les tas, l'étude des profils a révélé une évolution positive et particulièrement marquée de la structure. Après quelques mois de stockage, celle-ci est principalement de type grossièrement grumeleux, montrant une cohésion et une dureté élevée en profondeur pour les tas A et B. Pour la série C, la structure est du type grossièrement grumeleux. En profondeur, le type de structure continue, à forte cohésion, domine. Après une année et demie d'entreposage, l'évolution positive de la structure est déjà nette. Le type grossièrement grumeleux prédomine encore dans les séries A et B, mais la cohésion et la dureté ont diminué. Pour la série C, le type de structure continu des zones profondes a évolué vers celui de grossièrement grumeleux. Au terme de deux ans et demi de stockage, le type finement grumeleux prédomine dans les niveaux supérieurs des séries A et B. Le type grossièrement grumeleux se maintient en profondeur. On constate le même phénomène évolutif pour la série

C, avec la disparition du type de structure continu en profondeur. A la fin de l'année 1991, l'état structural de l'ensemble des tas est de type finement et moyennement grumeleux. Si le type grossièrement grumeleux persiste en profondeur, la structure de type continu a disparu.

La matière organique a également suivi une évolution très nette et positive, si l'on tient compte du fait que les terres décapées contenaient initialement une masse importante de matière végétale brute, dont la répartition dans les tas était passablement hétérogène. Durant la première année de stockage, la matière organique est essentiellement à l'état brut, soit à l'état de poches localisées, soit en couches, généralement accompagnée de gley. Après la deuxième année de stockage, cette matière brute a évolué vers une substance préhumifiée, grâce aux conditions climatiques et à un état structural favorisant une humidité et une aération optimale au sein des tas. Quelques rares bouchons de matière organique brutes sont encore visibles, en particulier dans la zone basale des tas. Après trois ans de stockage, toute la matière organique initiale est passée à l'état d'humus lié dans les tas, à l'exception du tas C₁ où l'on rencontre encore en peu de matière organique brute en profondeur.

Les accidents pédologiques se sont surtout manifestés sous forme de gley. Les taches de gley étaient disposées en poches, aux alentours de la matière organique brute, ou en couches. C'est essentiellement au cours des deux premières années de stockage, et de préférence dans les parties profondes des tas, là où l'altération était déficiente et l'humidité élevée, que les taches de gley se sont formées. Dès la troisième année, ces taches de gley régressent progressivement, et des concrétions ferriques rougeâtre apparaissent, indice d'une amélioration des conditions d'aération. Lors des dernières observations, les taches de gley ont complètement disparu de la quasi totalité des tas, laissant ainsi des profils parfaitement nets. La disparition des taches de gley a été facilitée par l'excellente perméabilité de la surface d'essai sur laquelle reposaient les tas, ce qui n'est pas toujours le cas pour les surfaces de stockage (de Pury, 1996). Seul le tas C₁ présente encore quelques taches de gley en profondeur, mais accompagnées de concrétions ferriques.

1.4. Conclusion

L'essai mis en place à Bardonnex montre clairement qu'il est possible d'entreposer des terres en tas sans que leur fertilité soit fortement diminuée. Nous regrettons cependant de n'avoir pas pu disposer de terres plus argileuses lors de cet essai. Les considérations suivantes sont donc valables pour les terres contenant moins de 20 % d'argile.

Pour autant que le décapage ait été effectué sur un sol pas trop humide et que les engins ne montent pas sur les tas, une hauteur de 2.50 m pour les tas de terre végétale ne semble pas excessive. En effet, les densités apparentes relevées après trois ans à la base des tas ne sont pas particulièrement élevées. Les observations de la structure et l'absence d'accidents pédologiques à la base des tas confirment également que l'effet de chargement n'a pas eu de conséquences trop marquées sur la fertilité des terres stockées.

L'avantage du drainage et/ou de l'engazonnement n'a pas pu être mis en évidence lors de cette étude. Il faut cependant signaler qu'une végétation naturelle s'est rapidement installée sur les tas non engazonnés.

Avec une moyenne d'environ 12 cm sur trois ans pour des tas de 2.50 m de haut, le tassement des tas peut être considéré comme modeste. Ce faible tassement pourrait être expliqué par le fait que les premières mesures ont été effectuées une fois le tas fini. Or, le tassement des couches inférieures doit être vraisemblablement important au moment du dressage du tas. Ce tassement n'a pas été accompagné par une augmentation mesurable de la densité apparente. Ceci est peut-être dû à la difficulté de prélever des échantillons non remaniés dans des terres caillouteuses ainsi qu'à la variabilité spatiale de la densité apparente.

Les mesures de la texture ont révélé une absence de lessivage des éléments fins texturaux, conséquence d'une bonne stabilité structurale générale dans les tas. L'interprétation des autres résultats chiffrés concernant la mesure du pH et des teneurs en nutriments a été rendue difficile du fait de la méthode de prélèvement choisie. C'est entre autres à cause d'une probable variabilité spatiale, qu'aucune tendances, ni dans le temps pour la même profondeur, ni pour différentes profondeurs au même moment, n'ont pu être décelées pour le pH et les teneurs en nutriments. De ce fait, l'influence de la durée de l'entreposage des terres sur la disponibilité des différents nutriments n'a pas pu être quantifiée au cours de cette étude.

L'évolution de la structure a été positive. Elle a abouti dans l'ensemble, aux types finement et moyennement grumeleux. Le type grossièrement grumeleux, à tendance polyédrique ou prismatique domine en profondeur. La matière organique, brute à l'origine (paille fraîche), a évolué à l'état d'humus lié dans tous les étages des profils des tas. Les accidents pédologiques (gley), liés à l'origine à la présence de matière organique brute et d'une teneur en eau localement élevée, ont totalement disparu à tous les niveaux en raison de bonnes conditions climatiques et de leurs incidences sur l'évolution de la structure et de la matière organique.

2. Comportement des terres remises en place suite à la construction de l'autoroute de contournement

2.1. Introduction

Lors de la construction de l'autoroute de contournement de Genève, environ 40 hectares de sols agricoles ont été nécessaires à la mise en place des infrastructures de chantier. Les sols agricoles ont notamment été utilisés comme emplacement pour les baraquements, pour le passage des machines et le dépôt de divers matériels de chantier.

Afin de préserver la fertilité des parcelles destinées au stockage des terres, la terre végétale a été décapée et entreposée sous forme de tas trapézoïdaux d'environ trois mètres de hauteur. Pour la construction des pistes de chantier et sur les tranchées couvertes, la sous-couche arable, en plus de la terre végétale, a été décapée et stockée. Les tas de sous-couche arable étaient également de forme trapézoïdale, et d'une hauteur d'environ quatre mètres.

Les profondeurs d'attaque à respecter pendant le décapage ont été déterminées par Philippe de Pury, selon une cartographie des sols qu'il a lui-même réalisée. A la fin des travaux, la terre végétale et la sous-couche arable ont été remises en place. Les épaisseurs remises étaient au minimum de trente centimètres pour la terre végétale et de cinquante centimètres pour la sous-couche arable. Les engins utilisés pour ces différents travaux sont essentiellement des chargeuses à chenilles et des bulldozers. Des pelles rétro et des scrapers ont parfois été utilisés.

Les machines utilisées lors du décapage, du stockage et de la remise en place des matériaux terreux, tout comme d'ailleurs les machines agricoles, peuvent occasionner au sol des dégâts de nature physique. Ces dégâts sont maintenant pris au sérieux, puisque dans la nouvelle loi sur la protection de l'environnement figurera un article visant à protéger le sol des atteintes physiques et mécaniques (USG, 1993). Les dégâts de nature physique se traduisent le plus souvent par un compactage du sol, qui provoque entre autre une dégradation de la structure, une augmentation de la densité apparente, une diminution de la porosité et de la perméabilité. Ceci a notamment pour effet une diminution des possibilités d'échange entre le sol et la plante dans le volume racinaire. Une étude réalisée par Von Rohr (1995) lors de la pose de la conduite de gaz Ruswil-Altavilla, indique que les travaux nécessaires à la pose de la conduite ont provoqué une diminution de la porosité et de la perméabilité des sols concernés. Cette diminution était particulièrement importante lorsque les sols étaient humides et que les valeurs de succions étaient supérieures à celles contenues dans les directives sur la protection du sol lors de la mise en terre de conduites de

transport d'hydrocarbures (OFEN, 1993). Becher (1991) signale que la remise en place de sols en Bavière a induit une augmentation de la densité apparente à quinze centimètres de 1.38 à 1.84 t/m³. En conséquence, le pourcentage en pores dont le diamètre excède 10 µm aurait été réduit de 9.6 à 3.1%. Cette réduction, couplée à l'interruption de la continuité des pores, aurait causé une très nette diminution de la perméabilité. Dans les sols compactés, la croissance du système racinaire est réduite par la présence plus fréquente de conditions anaérobies en période humide et par l'augmentation de la résistance du sol à la pénétration des racines. Dannowski (1989) montre que l'enracinement est fonction de la densité apparente. Des valeurs de 1.58 t/m³ induisent déjà une nette réduction de la croissance racinaire. Lors d'un stress hydrique en période sèche, les plantes possédant un système racinaire peu développé seront pénalisées. Notons encore qu'à la suite d'un compactage du sol et de la création d'une couche peu perméable, la capacité de rétention d'eau du sol et les teneurs en eau sont modifiées, ce qui influence toutes sortes de propriétés chimiques du sol (pH, potentiel redox, disponibilité des éléments nutritifs). Torbert (1992) signale que l'activité biologique dépend de la densité apparente, et qu'elle décroît lorsque celle-ci augmente. De plus, il montre que la quantité d'azote dénitrifiée peut, sous certaines conditions d'humidité, tripler lorsque la densité apparente passe de 1.4 à 1.8 t/m³. Notons encore que dans un sol compacté, la présence plus fréquente de conditions anaérobies peut mener à la formation d'accidents pédologiques, comme la formation de taches d'oxydo-réduction et de gley.

Le but de ce travail était d'étudier l'évolution de la fertilité des sols agricoles utilisés temporairement pendant les travaux (ces sols seront appelés par la suite «sols remis en place», par opposition aux «sols intacts», ayant toujours conservé leur vocation agricole). Pour cela, nous avons procédé à l'analyse chimique de toutes les parcelles remises en place. La matière organique, le pH, ainsi que les teneurs disponibles et de réserves en potassium, en phosphore en magnésium et en calcium ont été déterminés. D'autre part, nous avons procédé sur certaines parcelles, à la mesure de quelques paramètres physiques de la fertilité, comme la densité apparente, la perméabilité et la porosité. De plus, les rendements des cultures ont été évalués en 1994, 1995 et 1996 sur plusieurs parcelles, dont certaines avaient la particularité de n'avoir été que partiellement concernées par les travaux. Ceci nous a permis de comparer les rendements entre un sol remis en place et un sol intact, ayant toujours conservé sa vocation agricole. La comparaison des rendements sur ces parcelles était facilitée par le fait que les mêmes pratiques agricoles y avait été effectuées. Enfin, des profils culturaux, permettant une appréciation qualitative des dégâts physiques, ont été effectués sur les parcelles dont la fertilité semblait fortement réduite.

2.2. Matériel et méthodes

Estimation du rendement

En 1994, 1995 et 1996, des estimations de rendement ont été effectuées dans des parcelles de céréales, de maïs et de colza. La plupart des estimations de rendement ont été réalisées sur des parcelles ayant la particularité de n'avoir été que partiellement concernées par les travaux de l'autoroute. Ainsi, l'influence sur le rendement du décapage, du stockage et de la remise en place des terres a pu être évaluée en comparant les rendements des portions de parcelles remises en place et des portions intactes. En 1996, des estimations de rendement ont en plus été effectuées à Confignon Sud sur des parcelles nouvellement cultivées et entièrement concernées par les travaux de l'autoroute. Pour pouvoir juger des rendements obtenus, le rendement a été également mesuré sur une parcelle voisine intacte.

Dans les parcelles de céréales, six lignes voisines ont été récoltées sur un mètre de long (entre 0.72 et 1.08 m²) à trois endroits différents, ceci pour les sols intacts et pour les sols remis en place. Dans les parcelles de maïs, une ligne a été récoltée sur trois mètres (2.25 m²) à trois endroits différents, ceci également pour les sols intacts et pour les sols remis en place. Les prélèvements ont été effectués peu de temps avant la récolte. Pour le colza (une seule parcelle en 1994) le rendement a été déterminé lors de la récolte à la moissonneuse-batteuse. Le colza croissant sur le sol remis en place a été récolté en premier, puis pesé au poids public. Le reste de la parcelle a été récolté dans la même journée puis pesé également. L'évaluation du rendement du colza n'aurait pas été possible sans l'aimable collaboration de l'agriculteur, Xavier Bouvier.

A Confignon Sud, vu la grandeur des parcelles, six échantillons ont été prélevés, sauf sur la parcelle intacte où trois échantillons ont été prélevés dans la partie est de la parcelle. En 1994, un sous-solage a été effectué sur une partie des parcelles 17 et 23 (cf. carte 7). Lors du prélèvement en 1996, trois échantillons ont été récoltés dans la zone sous-solée et trois dans le reste de la parcelle. Au début du printemps 1996, sur les parcelles 18 et 20, des zones se distinguaient par une couleur plus claire du couvert végétal (cf. carte 7). Lors du prélèvement dans la parcelle 18, trois échantillons ont été récoltés dans la zone plus claire au printemps et trois dans le reste de la parcelle. Pour la parcelle 20, deux échantillons ont été prélevés dans la zone plus claire au printemps, et quatre dans le reste de la parcelle.

Pour les céréales, les six lignes récoltées par échantillon ont été liées séparément. On a ensuite déterminé le nombre d'épis. Comme il y a en général trois

répétitions et deux traitements (sol intact et sol remis), nous disposons de dix-huit valeurs par traitement pour la comparaison statistique du nombre d'épis au mètre carré. Les six lignes par échantillon ont été ensuite liées ensemble, puis battues à Changins à l'aide d'une machine prévue à cet effet. Les grains obtenus ont été pesés, puis on a déterminé le poids à l'hectolitre, l'humidité et le poids des mille grains. Comme les six lignes par échantillon ont été liées ensemble avant d'être battues, nous disposons pour la comparaison statistique du rendement, du poids à l'hectolitre, du poids des mille grains et du nombre de grains par épi de trois valeurs par traitement.

Pour le maïs, les épis ont été récoltés et égrainés à la main. Le poids des mille grains a été déterminé en pesant trois fois cent grains par échantillon. Pour la comparaison statistique du rendement, du nombre d'épi par mètre carré et du nombre de grains par épi, nous disposons de trois valeurs par traitement. Pour la comparaison statistique du poids des mille grains, nous disposons de neuf valeurs par traitement.

Le poids des mille grains pour le colza a été déterminé en comptant trois fois cent grains par traitement.

Analyse chimique du sol

Le sol de la grande majorité des parcelles a été analysé à quatre reprises : aux mois de mars et novembre 1994, ainsi qu'aux mois d'avril et novembre 1995. Les échantillons de sol ont été prélevés à l'aide d'une tarière de type Edelman et proviennent du mélange d'au moins 16 carottes par hectare, prélevées le long des deux diagonales de la parcelle ou partie de parcelle. Lors de l'échantillonnage, le sol intact et le sol remis en place des parcelles 6 et 31 (dont une partie a toujours pu être cultivée) ont été mélangés. Par contre, le sol intact et remis en place des parcelles 8a, 14, 15 et 16 a été prélevé et analysé séparément. Sur les parcelles 2, 2a, 3, 10, 11, 12 et 13, les prélèvements de sol ont été effectués sur la partie remise en place uniquement.

Les analyses chimiques ont été effectuées pour le pH, la matière organique (trois fois sur quatre), le phosphore (P), le potassium (K), le magnésium (Mg) et le calcium (Ca). Les extractifs utilisés pour P, K, Mg et Ca sont l'eau distillée et l'acétate d'ammonium EDTA, ce qui permet d'estimer les éléments disponibles et de réserves. Les barèmes utilisés pour les interprétations sont ceux du Laboratoire Cantonal d'Agronomie (LCA), développé par Fredi Celardin à partir des barèmes de «Migros-Sano». Pour P, K, Mg et Ca, le rapport entre les quantités de réserves et disponibles nous permet d'estimer la rétention du sol (Celardin, 1996).

Pour la mise en valeur des résultats, nous avons choisi le calcul de la médiane, afin de diminuer l'influence des valeurs extrêmes. Seuls les résultats d'analyses d'échantillons provenant de surfaces totalement remises en place, occupées par des jachères ou des grandes cultures, ont été pris en compte dans le calcul des valeurs médianes. Ainsi, les résultats d'analyses des échantillons prélevés sur les parcelles 6 et 31 (échantillon mixte, sol intact et sol remis en place), 10, 11, 12 (parcelles maraîchères), 8a, 14, 15 et 16 (sol intact) ont été exclus du calcul des valeurs médianes. La valeur médiane a été calculée pour les teneurs disponibles et de réserves des éléments P, K, Mg et Ca ainsi que pour la rétention apparente du sol pour ces mêmes éléments. La valeur médiane a été déterminée également pour le pH et la matière organique. La médiane de la matière organique des sols remis en place a été comparée avec celle calculée à partir des résultats d'analyses de parcelles grandes cultures effectuées au LCA de 1979 à 1995, soit environ 1600 valeurs. La médiane du pH, des teneurs disponibles et de réserves, ainsi que de la rétention apparente pour les éléments P, K, Mg et Ca des sols remis en place a été comparée à celle déterminée à partir des résultats d'analyses du réseau genevois d'observation des sols pour les parcelles grandes cultures, soit environ 50 valeurs. Pour le phosphore, nous disposons également des valeurs médianes calculées à partir des résultats d'analyses des parcelles grandes cultures effectuées au LCA en 1994, soit environ 200 valeurs.

Analyse physique du sol

Granulométrie

L'analyse de la texture (granulométrie) a été réalisée sur les échantillons prélevés en mars 1994. La méthode utilisée est une méthode de sédimentation, utilisée en routine par le LCA. Les résultats ont été interprétés à l'aide du triangle de texture de la Société suisse de pédologie.

Densité apparente, perméabilité à l'état saturé et réserves en eau

Des échantillons de sol non remanié de 100 cm³ (cylindre de Burger, d=5.65 cm, h=4 cm) ont été prélevés à plusieurs reprises.

Le premier prélèvement a eu lieu au printemps 1994 et a été effectué par Gilbert Christinet, de la Station fédérale de recherches agronomiques de Changins. Sur la parcelle 3, six cylindres de Burger ont été prélevés à 10 et 35 cm, sur le site A (sol intact) et le site B (sol remis en place). Une autre comparaison a été effectuée entre une parcelle en jachère, montrant une bonne croissance végétale (parcelle 22, site C) et une parcelle en friche au couvert plus

clairsemé (parcelle 23, site D). Là aussi, six cylindres de Burger ont été prélevés sur chaque site et aux deux profondeurs choisies (10 et 35 cm). La mesure de la densité apparente, de la perméabilité à l'état saturé, ainsi que l'établissement de la courbe de désorption ont été réalisés par la section physique du sol de la Station fédérale de recherches agronomiques de Changins, dirigée par Jean-Auguste Neyroud. La relation entre la teneur en eau volumique et le potentiel matriciel de l'eau du sol (courbe de désorption) a été établie à l'aide d'une marmite à pression pour des valeurs de 0.1, 0.33, 0.66, 1.5, 10 et 15 [bar].

A la fin du mois de juin 1994, un prélèvement a été effectué par l'auteur afin de voir si les différences visibles sur le couvert végétal de la parcelle 23 pouvaient être expliquées par les propriétés physiques du sol. Dans des trous préalablement creusés par une petite pelle mécanique, on a prélevé huit cylindres à chaque profondeur (20, 50 et 100 cm) sur deux sites, un localisé dans la moitié nord (site E), où le couvert naturel était bien développé, l'autre situé dans la moitié sud (site F) où le couvert naturel était clairsemé. La mesure de la densité apparente et la mesure de la perméabilité ont été effectuées au LCA. Pour le calcul de la densité apparente, le poids du squelette a été déterminé pour chaque cylindre ce qui permet de calculer la densité apparente de la terre fine. La mesure de la perméabilité à l'état saturé a été pratiquée selon la méthode usuelle de la section physique du sol de la Station fédérale de recherches agronomiques de Changins.

Lors d'un travail de diplôme effectué par Van der Klink (1995), des cylindres ont été prélevés sur la portion intacte (site G) et remise en place (site H) de la parcelle 15, ainsi que sur la parcelle 23 (site I) et sur une parcelle voisine intacte (site J). Pendant l'hiver 1995, huit cylindres ont été prélevés pour chaque site et profondeur considérée (20, 35 et 50 cm). Pour les sites I et J, le prélèvement des cylindres de Burger a été répété à quelques mètres du premier lieu de prélèvement. Le calcul de la densité apparente de la terre fine, la mesure de la porosité à l'aide d'un pycnomètre à air ainsi que l'établissement de la courbe de désorption ont été réalisés à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne. Les pressions retenues lors de l'établissement de la courbe de désorption étaient de 0.01, 0.05, 0.1, 0.15, 0.25, 0.5 et 1 [bar].

Enfin, lors d'un travail de semestre effectué par Metzger (1995), des cylindres ont été prélevés le long d'un transect sur les parcelles 20 et 23. Sur la parcelle 20, trois cylindres ont été prélevés tous les six mètres, sur une longueur de 204 mètres (36 points). Sur la parcelle 23, trois cylindres ont été prélevés tous les cinq mètres, sur une longueur de 135 mètres (28 points). Les prélèvements ont été effectués à une profondeur de 5 cm. La densité apparente de la terre fine a été mesurée au LCA par Richard Metzger. Sur sept points du transect de la parcelle 20, le poids sec des racines par cylindre a été déterminé et mis en relation avec la densité apparente du même cylindre (résultats non présentés).

D'autre part, suite aux précipitations importantes du mois de septembre 1994, une nappe perchée était visible dans les trous effectués pour les profils de sol sur les parcelles 17 et 23. L'évolution de la hauteur de la nappe perchée a été suivie entre le 19 et le 23 septembre 1994, et utilisée comme mesure indirecte de la perméabilité.

Tensiométrie

Dans le cadre du travail de diplôme de Van der Klink (1995), des tensiomètres ont été installés sur deux sites de la parcelle 15 (sites G et H, cf. carte 5) ainsi que sur la parcelle 17 et une parcelle voisine de référence (sites I et J, cf. carte 7). Sur chaque site, d'environ 100 m², neuf tensiomètres ont été installés, trois par profondeur considérée (20, 35 et 50 cm). L'évolution du potentiel matriciel de l'eau du sol a été suivie régulièrement entre le 19 et le 31 octobre 1994 sur la parcelle 17 et la parcelle de référence. Sur la partie intacte et remis en place de la parcelle 15, l'évolution du potentiel de l'eau du sol a été suivie entre le 3 et le 24 novembre 1994. Les données pluviométriques proviennent d'un pluviographe installé à Lully.

Pénétrométrie

Lors de la présentation d'un pénétromètre «Panda» début décembre 94 par le bureau d'ingénieur Amsler et Bombeli SA, une mesure a été effectuée sur la parcelle 17 et sur une parcelle voisine de référence. Les résultats doivent être interprétés avec une grande prudence, vu l'absence de répétition et l'ignorance de la teneur en eau au moment de la mesure pénétrométrique.

Profils culturaux

En août 1994, des trous d'environ un demi m³ ont été creusés sur les parcelles 17, 23 et 25 par une petite pelle mécanique, en vue de réaliser des profils culturaux. Il s'agissait avant tout d'étudier qualitativement la structure, la compacité et l'enracinement dans les différentes profondeurs du sol.

Deux profils culturaux ont été effectués pendant l'été 1995 sur la parcelles 15, un sur la partie intacte, l'autre sur la partie remise en place de la parcelle.

Statistiques

La comparaison des moyennes a été effectuée par une analyse de variance, réalisée à l'aide du programme «Excel», version 5.0a.

2.3. Résultats

Estimation du rendement

En 1994, toutes les estimations de rendements effectuées indiquent que des rendements supérieurs ont été réalisés sur les portions de parcelles intactes (tab. 1). Les résultats détaillés apparaissent dans les annexes (tab. 1).

Tab. 1: Rendement et paramètres du rendement sur des sols intacts (SI) et remis en place (SR) en 1994. Le PMG est le poids de mille grains.

Parc.	culture	Rendement (dt/ha)		épi/m ²		poids/épi (g)		PMG (g)		grains/épi		poids/hl (kg)	
		SI	SR	SI	SR	SI	SR	SI	SR	SI	SR	SI	SR
2	blé	79	70	450	434	1.77	1.61	47.5	47.6	37.3	33.9	82.8	83.6
3	colza	38	27	/	/	/	/	4.6	4.5	/	/	/	/
14	blé	84	66	500	397	1.69	1.65	35.7	40.5	47.3	40.6	78.8	76.2
15	blé	75	64	572	464	1.31	1.39	43.0	46.3	30.5	30.0	82.2	83.0

Ces différences sont cependant statistiquement assurées (P=95%) uniquement pour la parcelle 15, où 75 dt/ha de blé ont été récoltés sur la partie intacte, contre 64 dt/ha sur la partie remise en place. Sur les parcelles 2 et 14, les différences de 9 et 22 dt/ha entre les parties intactes et remises en place ne sont pas significatives, vu les différences importantes de rendements relevées sur les parties remises en place (tab. 1, en annexes.). Sur la parcelle 3, la différence de rendement entre la portion intacte et la portion remise en place est de l'ordre de 40%. Les différences de rendement des blés peuvent s'expliquer par une densité d'épis plus importante sur les portions de parcelles intactes. Ces différences de densité d'épis sont significatives pour les parcelles 14 et 15. Notons que cette densité d'épis plus faible pour les parties remises en place des parcelles 14 et 15 n'a pas été compensée par un nombre de grains par épi plus important.

En 1995, quatre des six estimations de rendement effectuées indiquent que des rendements supérieurs ont été atteints sur des portions de parcelles intactes (tab. 2). Les résultats détaillés apparaissent dans les annexes (tab. 2).

Ces différences sont statistiquement assurées pour les parcelles 14 et 15. Pour les parcelles 2a, 3, 13 et 22 les différences de rendement entre les portions intactes et remises ne sont pas assurées. Sur la parcelle 14, 104 dt/ha de maïs grain ont été

récoltés sur la portion intacte, contre 80 dt/ha sur la portion remise en place, soit une différence de 30%. Cette différence peut s'expliquer par un nombre de grains et un poids des mille grains supérieurs pour les épis de la portion intacte de la

Tab. 2: Rendement et paramètres du rendement sur des sols intacts (SI) et remis en place (SR) en 1995. Le PMG est le poids de mille grains.

Parc.	culture	Rendement (dt/ha)		épi/m ²		poids/épi (g)		PMG (g)		grains/épi		poids/hl (kg)	
		SI	SR	SI	SR	SI	SR	SI	SR	SI	SR	SI	SR
2a	orge	72	67	386	385	1.87	1.74	35.7	35.3	52.4	49.1	79.4	82.0
3	blé	63	72	563	514	1.13	1.41	30.7	34.8	36.7	40.4	78.3	81.6
13	maïs	57	53	6.9	6.9	81	79	285	285	284	277	/	/
14	maïs	104	80	6.7	6.9	154	119	313	288	495	410	/	/
15	blé	78	49	518	464	1.51	1.05	40.0	40.3	37.8	26.0	86.8	87.0
22	maïs	73	79	8.7	9.2	85	87	297	305	280	289	/	/

parcelle. Sur la parcelle 15, 78 dt/ha de blé ont été récoltés sur la portion intacte, contre 49 dt/ha sur la portion remise, soit une différence de 59%. Cette différence, contrairement à l'année 1994, ne s'explique que partiellement par la densité d'épis supérieure relevée sur la portion intacte. Il semble ici que ce soit le nombre de grains par épi, supérieur pour la portion intacte, qui explique une telle différence de rendement.

Il est intéressant de constater que sur la parcelle 3 en 1995 et 1996, contrairement à l'année 1994, des différences significatives de rendement entre la portion intacte et la portion remise en place ne sont pas apparues (tab. 1, 2 et 3).

En 1996, six estimations de rendement ont été effectuées sur des parcelles partiellement concernées par les travaux de l'autoroute (tab. 3). Les résultats détaillés apparaissent en annexes (tab. 3).

Tab. 3: Rendement et paramètres du rendement sur des sols intacts (SI) et remis en place (SR) en 1996. Le PMG est le poids de mille grains.

Parc.	culture	Rendement (dt/ha)		épi/m ²		poids/épi (g)		PMG (g)		grains/épi		poids/hl (kg)	
		SI	SR	SI	SR	SI	SR	SI	SR	SI	SR	SI	SR
2	blé	79	77	656	663	1.20	1.16	40.4	40.1	29.7	28.9	88.6	89.1
3	orge	42	34	427	413	0.98	0.82	33.3	31.5	29.2	25.8	70.7	72.2
14	blé	85	65	634	456	1.35	1.39	24.6	23.8	55.4	58.8	84.5	82.1
15	orge	74	44	577	426	1.29	1.03	35.5	33.8	36.1	30.3	75.8	76.3
16	blé	73	68	762	734	0.96	0.93	36.2	32.7	26.5	28.6	89.0	88.1
22	blé	81	76	650	658	1.24	1.16	41.4	37.0	30.1	31.3	87.3	87.1

De plus, quatre estimations de rendement ont été réalisées sur des parcelles cultivées pour la première année, après deux ans de jachère verte, et entièrement

concernées par les travaux de l'autoroute. Pour pouvoir juger des rendements obtenus, une parcelle voisine, non concernée par les travaux, a été retenue comme parcelle de contrôle (tab. 4).

Tab. 4: Rendement et paramètres du rendement sur des sols recultivés pour la première année après deux ans de jachère à Confignon Sud. M signifie «sous-solé» pour les parcelles 17 et 23 et «zone à croissance perturbée au printemps» pour les parcelles 18 et 20. R est une parcelle voisine ayant toujours conservé sa vocation agricole. Le PMG est le poids de mille grains.

Parc.	culture	Rendement (dt/ha)		épi/m ²		poids/épi (g)		PMG (g)		grains/épi		poids/hl (kg)	
		B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M
17	blé	61	67	490	493	1.19	1.37	36.0	38.3	32.2	35.7	83.2	84.7
18	blé	66	60	644	596	1.03	1.02	34.9	32.8	29.4	31.2	87.3	86.0
20	blé	66	56	533	494	1.24	1.13	40.3	38.1	30.7	29.7	88.7	87.3
23	blé	50	45	458	470	1.11	0.96	34.4	30.9	32.2	30.6	83.5	82.3
R	blé	63	/	686	/	0.92	/	35.1	/	26.3	/	87.5	/

En 1996, toutes les estimations de rendement effectuées sur les parcelles partiellement concernées par les travaux indiquent que des rendements supérieurs ont été atteints sur les parties intactes des parcelles (tab. 3). Ces différences ne sont cependant pas statistiquement assurées, sauf pour la parcelle 15, où 74 dt/ha d'orge ont été récoltés sur la partie intacte, contre 44 dt/ha sur la partie remise en place, soit une différence de 68%. Comme en 1994, c'est une densité d'épis supérieure sur la partie intacte qui semble avoir provoqué en grande partie cette différence de rendement.

En 1996, les estimations de rendements effectuées à Confignon Sud sur les parcelles mises en culture pour la première année après deux ans de jachère indiquent que des rendements comparables à la parcelle contrôle ont été réalisés sur les parcelles 17, 18 et 20. Un rendement inférieur de 15 dt/ha à la parcelle contrôle a été réalisé sur la parcelle 23. La différence de rendement entre les deux parcelles peut être expliquée par une densité d'épis supérieure pour la parcelle contrôle. Pour les parcelles 17 et 23, les différences de rendement entre les zones sous-solées et non sous-solées ne sont pas statistiquement assurées. Pour les parcelles 18 et 20, des rendements inférieurs semblent avoir été réalisés sur les zones à croissance perturbées au printemps. Ces différences ne sont toutefois pas assurées statistiquement.

Analyse chimique du sol

L'ensemble des résultats est donné en annexe, sur les fiches caractérisant chaque parcelle. Le tableau 5 nous renseigne sur les résultats médians obtenus pour les quatre séries d'analyses.

Tab. 5: Résultats médians des analyses chimiques du sol effectuées sur les parcelles remises en place. La rétention (rét.) est obtenue par division des teneurs de réserves (rés.) par les teneurs disponibles (disp.). Pour obtenir les teneurs en ppm, il faut multiplier les valeurs du tableau par les normes, soit 3 et 40 ppm pour les teneurs disponibles et de réserves en phosphore. Pour le potassium, le magnésium et le calcium, les normes pour les teneurs disponibles et de réserves sont respectivement de 27.5 et 160, de 11 et 430, et de 175 et 28'000 ppm. A titre de comparaison et en italique apparaissent les valeurs médianes des résultats de la campagne d'observation des sols genevois (GEOS, Celardin et *al.*, 1992), ainsi que des valeurs médianes de résultats d'analyses de parcelles exploitées en grandes cultures, non concernées par les travaux (Genève 1994 pour le phosphore et Genève 1979-1985 pour la matière organique).

Période	pH	MO (%)	Phosphore			Potassium			Magnésium			Calcium		
			disp.	rés.	rét.	disp.	rés.	rét.	disp.	rés.	rét.	disp.	rés.	rét.
mar.94	8.1	3.1	0.37	0.90	2.37	0.64	0.88	1.34	0.85	0.53	0.65	1.01	0.94	0.90
nov.94	8	/	0.33	0.67	2.06	0.54	0.86	1.63	0.86	0.51	0.62	0.99	0.89	0.86
avr.95	/	2.6	0.40	0.66	1.56	0.52	0.91	1.68	0.91	0.63	0.67	1.09	0.90	0.83
nov.95	8.1	2.3	0.20	0.70	3.33	0.64	1.04	1.78	0.73	0.56	0.71	1.19	0.90	0.70
GEOS	7.6	/	0.74	1.02	1.24	0.70	1.21	1.65	0.45	0.46	0.84	0.79	0.85	1.06
GE 94	/	/	0.85	1.23	1.31	/	/	/	/	/	/	/	/	/
GE 79-85	/	2.6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <2.5, pauvre; 2.5-6.0, satisfaisant; >6.0, riche

Le pH médian des terres remises en place est de 8.1 et dépasse légèrement la valeur supérieure admise pour les terres végétales (norme SIA, 1988). Ceci ne doit pas nous inquiéter outre mesure, étant donné que des pH de cette valeur sont fréquents sur les sols genevois, comme le montrent les résultats de la campagne GEOS de 1990. Le pourcentage de matière organique est satisfaisant et se situe dans la plage tolérable de la norme SIA. Avec une valeur médiane de 2.6 sur les trois séries de mesures, la teneur en matière organique des terres remises en place correspond exactement à la valeur GEOS. Pour le phosphore, les teneurs disponibles et de réserves sont inférieures aux teneurs GEOS et GE 94. Si l'on considère le barème d'appréciation du LCA, les teneurs disponibles en phosphore sont faibles pour les quatre séries de mesure, celles de réserves faibles en nov. 94 et avr. 95, correctes en mars 94 et nov. 95. Les rétentions apparentes du sol pour

le phosphore sont pour les quatre séries de mesures supérieures aux valeurs GEOS et GE 94. Avec une médiane de 2.19 sur les quatre séries de mesures, la rétention apparente du sol pour le phosphore est excessive, si l'on considère le barème LCA. Pour le potassium, les teneurs disponibles et de réserves sont légèrement inférieures aux teneurs GEOS. Elles peuvent être qualifiées de faibles pour les teneurs disponibles et de correctes pour les teneurs de réserves. La rétention apparente du sol pour le potassium est forte, mais similaire à la valeur GEOS. Les teneurs disponibles en magnésium sont correctes, celles de réserves sont faibles. On constate que les quantités de magnésium disponibles et de réserve sont supérieures aux valeurs GEOS. La rétention apparente du sol pour le magnésium peut être qualifiée de faible et est inférieure à la valeur GEOS. Pour le calcium, les teneurs disponibles et de réserves sont correctes et légèrement supérieures aux valeurs GEOS. La rétention apparente du sol pour le calcium est correcte et inférieure à la valeur GEOS.

Analyse physique du sol

Granulométrie

Les résultats détaillés pour chaque parcelle figurent dans la deuxième partie de ce travail.

La plupart des sols remis en place appartiennent à la classe des sols limoneux. En effet, 19 des 33 parcelles analysées montrent des pourcentages d'argile entre 20 et 30 %, ce qui est favorable à l'exploitation agricole. Quatorze parcelles appartiennent à la classe des limons argileux et montrent des pourcentages d'argile entre 30 et 40%. On remarque que les sols limoneux sont situés presque totalement entre Bardonnex et Confignon Sud (parcelle 1 à 13). De Confignon Sud à la ferme de Loëx (parcelle 17 à 30), on rencontre des sols plus argileux. Le sol le plus argileux, avec 38% d'argile, se situe sur la ferme de Loëx.

Densité apparente, perméabilité et réserves en eau

Les résultats des mesures effectuées sur les parcelles 2, 22 et 23 (sites A, B, C et D, cf. cartes 1 et 7) par la Station fédérale de recherches agronomiques de Changins apparaissent dans le tableau 6.

Remarquons tout d'abord que la grandeur des sites de prélèvement est de l'ordre du mètre carré. Les chiffres donnés sont donc indicatifs et ne représentent pas une moyenne des propriétés physiques des parcelles ou portions de parcelles.

Tab. 6: Densité apparente (ϕ_a), pores grossiers (PG), réserves en eau facilement utilisables (RFU), réserves en eau (RU) et perméabilité à l'état saturé sur deux sites à Bardonnex (A et B) et deux sites à Confignon Sud (C et D) pour le sol (10-20 cm) et le sous-sol (40-50 cm). Les valeurs de PG, RFU et RU sont données en pour-cent volumique et ont été calculées à partir de la courbe de désorption. Les pores grossiers ($>30\mu\text{m}$) contiennent l'eau retenue par des suctions comprises entre 0 et 100 hPa. L'eau retenue par des suctions comprises entre 100 et 1000 hPa est considérée comme facilement utilisable. Les réserves totales correspondent à l'eau retenue par des suctions comprises entre 100 et 15'000 hPa. Le site A est localisé sur la partie intacte de la parcelle 3, le site B sur la partie remise en place. Les sites C et D sont localisés sur les parcelles 22 et 23.

Site	$\phi_a(\text{t/m}^3)$		PG (% _v)		RFU (% _v)		RU (% _v)		Perméabilité (cm/j)	
	sol	ssol	sol	ssol	sol	ssol	sol	ssol	sol	ssol
A	1.34	1.32	12.3	10.1	5.6	5.7	20.8	22.4	770	1020
B	1.46	1.51	14.6	8.5	4.9	5.2	16.3	21.0	2160	44
C	1.59	1.60	7.4	8.7	4.3	4.0	9.0	9.3	752	320
D	1.38	1.50	10.1	4.9	5.0	3.8	25.8	26.5	2056	2013

Les perméabilités mesurées par la RAC sont toutes dans les classes d'infiltration "rapide" à "moyenne", si l'on considère le barème de la section cartographie du sol de la Station fédérale de recherches agronomiques de Reckenholz. Ceci indique que pour les parcelles 3, 22 et pour la moitié nord de la parcelle 23, des problèmes d'engorgement ou de ruissellement ne devraient pas intervenir, pour autant que les sites de prélèvement soient représentatifs des surfaces considérées. Malgré une densité apparente du sol élevée, le site B montre une bonne perméabilité. La perméabilité du sous-sol du site B est par contre nettement plus faible que celle du site A. Elle reste cependant dans la classe moyenne des perméabilités. Les densités apparentes du sol mesurées sur les sites B et C sont plutôt élevées pour des sols agricoles. Les pourcentages en pores grossiers du sol correspondent à ce que l'on peut attendre de sols agricoles. La valeur de 7.4 pour le site C est plutôt faible. Les réserves utilisables de l'eau du sol, calculées comme la quantité d'eau présente dans le sol entre 0.1 et 15 bars, semblent correctes, sauf pour le site C (tab. 6).

Ajoutons que les valeurs des densités apparentes et des perméabilités permettent de différencier le site A du site B. Comme nous n'avons pas de mesure antérieure au commencement des travaux, il est difficile d'affirmer que ces différences sont dues à la construction de l'autoroute.

L'observation du couvert végétal des parcelles 22 et 23 nous a amenés à formuler l'hypothèse que le sol de la parcelle 22 convenait mieux à l'exploitation agricole.

Cette hypothèse n'est pas vérifiée par les résultats des mesures physiques. En effet, les valeurs de densités apparentes et de réserves utilisables en eau mesurées sur le site D conviennent mieux à la croissance des plantes que celles mesurées sur le site C (tab. 6). Signalons toutefois que la densité apparente et la perméabilité mesurées entre 15 et 25 cm sur le site F de la parcelle 23, sont, avec des valeurs de respectivement 1.67 t/m^3 et 3.9 cm/j , peu favorables à l'exploitation agricole (tab. 7). Ceci montre l'hétérogénéité des propriétés physiques pouvant régner sur la même parcelle.

Les résultats des mesures effectuées par le LCA en deux endroits de la parcelle 23 (sites E et F, cf. carte 7) apparaissent dans le tableau 7. Le détail des données figure en annexes (tab. 4).

Les sites E et F se différencient clairement si l'on considère les densités apparentes et les perméabilités mesurées. Le sol du site E est caractérisé par une densité apparente de 1.32 t/m^3 et une perméabilité de 187 cm/j . Ces valeurs correspondent à ce que l'on peut attendre pour des sols agricoles. Par contre, le sol du site F montre une densité apparente de 1.67 t/m^3 et une perméabilité de 3.9 cm/j . Pour le site F la valeur de densité apparente indique un sol compacté et la vitesse d'infiltration de l'eau peut être qualifiée de lente. Les résultats des mesures physiques corroborent les observations faites sur le couvert végétal ; à un couvert végétal clairsemé correspondent des valeurs de densités apparentes élevées et des vitesses d'infiltrations lentes.

Tab. 7: Densité apparente (ϕ_a) et perméabilité à l'état saturé pour deux sites de prélèvement et trois profondeurs (cm) de la parcelle 23. La durée pendant laquelle cette parcelle n'a pu être cultivée est de 5-6 ans. La parcelle a été décapée puis utilisée pour le stockage des terres. Cette parcelle n'a pas été labourée depuis la fin des travaux. Lors du prélèvement des anneaux de Burger le couvert végétal était naturel (friche). Le site E montre un couvert végétal relativement dense, le site F un couvert végétal clairsemé.

Sites	$\phi_a(\text{t/m}^3)$			Perméabilité (cm/j)		
	20-25	45-50	90-100	20-25	45-50	90-100
E	1.32	1.43	1.77	187	105	0.8
F	1.67	1.64	1.63	3.9	0.05	0.4

Du 1er au 16 septembre 1994, il est tombé environ 190 litres d'eau au mètre carré. Les trous creusés pour les profils culturaux sur les parcelles 17 et 23 se sont remplis d'eau. L'évolution de la hauteur d'eau dans les trous a été utilisée comme mesure indirecte de la perméabilité. Les résultats sont donnés dans le tableau 8.

Tab. 8: Evaluation de la perméabilité sur deux parcelles à Confignon Sud en mesurant la différence de hauteur d'eau dans des trous après de fortes pluies.

Perméabilité (cm/j)									
Parcelle 23					Parcelle 17				
Numéro des trous					Numéro des trous				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7.0	2.5	1.8	0.8	0.9	6.5	6.9	3.1	16.3	5.6

A l'exception du trou n° 9, les perméabilités mesurées sont plutôt faibles, si l'on se réfère au barème établi par la Station fédérale de recherches agronomiques de Reckenholz. Les perméabilités les plus faibles ont été mesurées au nord de la parcelle 23, ce qui est plutôt étonnant si l'on considère les résultats des profils culturaux et des perméabilités mesurées sur les cylindres de Burger (tab. 6 et 7). Ceci montre que si le sol est saturé jusqu'à des profondeurs importantes, ce sont les couches les moins perméables qui limitent l'infiltration et que celles-ci se trouvent peut-être à plus d'un mètre de la surface du sol.

Les résultats des mesures effectuées par Van der Klink (1995) apparaissent dans les tableaux 9, 10 et 11. Le détail des données figure en annexe, dans les tableaux 6 et 7.

Les mesures effectuées à Confignon Sud indiquent que les densités apparentes sont plus élevées pour le sol remis en place, ceci pour les trois profondeurs et pour les deux séries de prélèvements (tab. 9). Ces différences ne sont toutefois pas significatives ($P=95\%$) pour les mesures effectuées aux profondeurs 35 et 50 cm de la première série. Les mesures effectuées sur la parcelle 15 indiquent que le sol intact et le sol remis en place montrent des densités apparentes élevées pour des sols exploités en grandes cultures. Les valeurs de densités apparentes élevées peuvent être expliquées en partie par le passé maraîcher de la parcelle. On constate que les densités apparentes mesurées sur le sol remis en place ne se différencient pas de celles mesurées sur le sol intact. Globalement, on remarque une augmentation de la densité apparente avec la profondeur, phénomène normal mais particulièrement marqué dans les sols agricoles dont l'horizon supérieur est régulièrement brassé et retourné par les outils de travail du sol.

Le calcul du pourcentage des pores grossiers à 20 cm à partir de la courbe de désorption amène à des résultats différents si l'on considère les deux séries de prélèvements à Confignon Sud (tab. 10).

Tab. 9: Densité apparente de la terre fine pour les parcelles 17 (sol remis) et une parcelle voisine de référence (sol intact) situées à Confignon Sud, ainsi que pour la parcelle 15. Les mesures ont été effectuées à trois profondeurs. Les prélèvements ont été répétés pour la parcelle 17 et la parcelle de référence.

Prof. (cm)	Confignon Sud 1		Confignon Sud 2		Parcelle 15	
	φ_a (t/m ³)		φ_a (t/m ³)		φ_a (t/m ³)	
	sol intact	sol remis	sol intact	sol remis	sol intact	sol remis
20	1.11	1.44	1.12	1.40	1.53	1.51
35	1.32	1.43	1.26	1.54	1.67	1.58
50	1.39	1.63	1.29	1.59	1.54	1.59

Tab. 10: Pourcentage des pores grossiers (PG, 0-0.1 bar) et réserves facilement utilisables en eau (RFU, 0.1-1 bar) pour les parcelles 17 (sol remis) et une parcelle voisine de référence (sol intact) situées à Confignon Sud, ainsi que pour la parcelle 15. Les mesures ont été effectuées à trois profondeurs. Les prélèvements ont été répétés pour la parcelle 17 et la parcelle de référence.

Prof. (cm)	Confignon Sud 1				Confignon Sud 2				Parcelle 15			
	PG (% _v)		RFU (% _v)		PG (% _v)		RFU (% _v)		PG (% _v)		RFU (% _v)	
	SI	SR	SI	SR	SI	SR	SI	SR	SI	SR	SI	SR
20	11.1	5.2	/	4.9	7.2	7.6	5.2	3.2	8.5	11.2	4.2	4.0
35	7.7	6.1	/	4.1	7.2	7.8	4.1	4.5	8.5	10.1	5.8	3.1
50	3.4	4.2	1.7	2.7	7.9	6.6	3.7	3.3	6.3	8.5	4.3	3.8

Ainsi, si l'on se réfère à la première série, le volume des pores grossiers à 20 cm est deux fois supérieur pour le sol intact que pour le sol remis et cette différence est significative (P=95%). Par contre, le volume des pores grossiers calculé à partir des résultats de la deuxième série, est similaire pour le sol intact et le sol remis en place. Les réserves facilement utilisables en eau à 20 cm peuvent être considérées comme semblables si l'on se réfère aux deux séries. Néanmoins, au vu de sa texture (tab. 11), les réserves facilement utilisables à 20 cm du sol remis en place sont faibles.

Tab. 11: Texture pour les parcelles 17 (sol remis) et une parcelle voisine de référence (sol intact) situées à Confignon Sud, ainsi que pour la parcelle 15 dont une partie a toujours conservé sa vocation agricole (sol intact).

Prof. (cm)	Confignon Sud						Parcelle 15					
	sol intact			sol remis			sol intact			sol remis		
	A %	U %	S %	A %	U %	S %	A %	U %	S %	A %	U %	S %
20	51	34	15	29	42	29	26	43	31	33	33	34
35	56	31	13	29	42	29	26	43	31	32	35	33
50	54	35	11	30	41	29	32	38	30	28	41	31

Les résultats des mesures de densités apparentes effectuées par Metzger (1995) sur les parcelles 20 et 23 apparaissent dans les figures 1 et 2.

Fig. 1: Densités apparentes de la terre fine de l'horizon supérieur du sol de la parcelle 20 mesurées sur un transect nord (0 m.) - sud (216 m.).

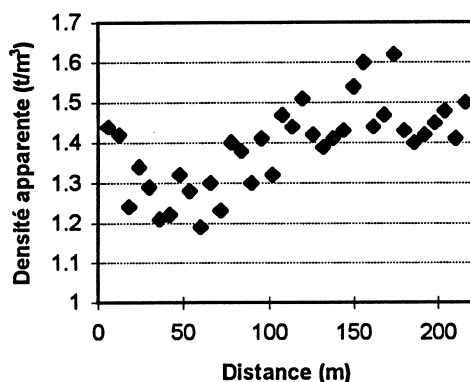
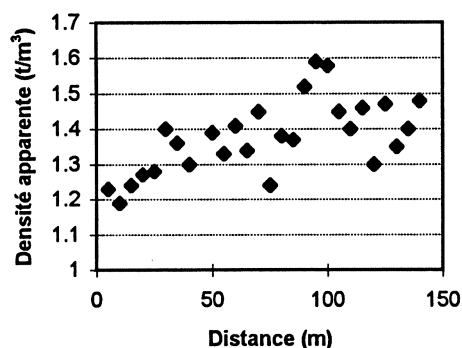


Fig. 2: Densités apparentes de la terre fine de l'horizon supérieur du sol de la parcelle 23 mesurées sur un transect nord (0 m.) - sud (140 m.).



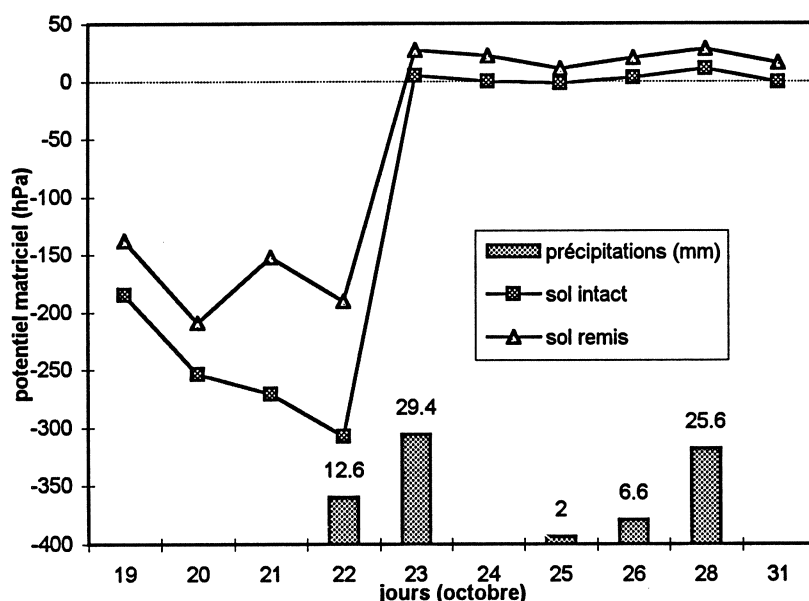
Les densités apparentes moyennes mesurées sur les deux transects sont, avec 1.39 pour la parcelle 20 et 1.38 pour la parcelle 23, légèrement élevées pour l'horizon supérieur d'un sol agricole. Ces valeurs n'ont cependant rien d'exceptionnel, si l'on considère qu'au moment du prélèvement des échantillons, ces sols n'avaient pas été labourés depuis la remise en place des terres.

Pour les deux parcelles, on remarque que les densités apparentes sont plus élevées dans la moitié sud. En effet, la moyenne des densités apparentes de la moitié nord pour les parcelles 20 et 23 est de 1.32, alors que celles de la moitié sud sont respectivement de 1.46 et 1.43.

Tensiométrie

Les résultats des mesures du potentiel matriciel à Confignon Sud et sur la parcelle 15 sont visibles sur les figures 3 et 4. Les données détaillées figurent dans les annexes (tab. 8).

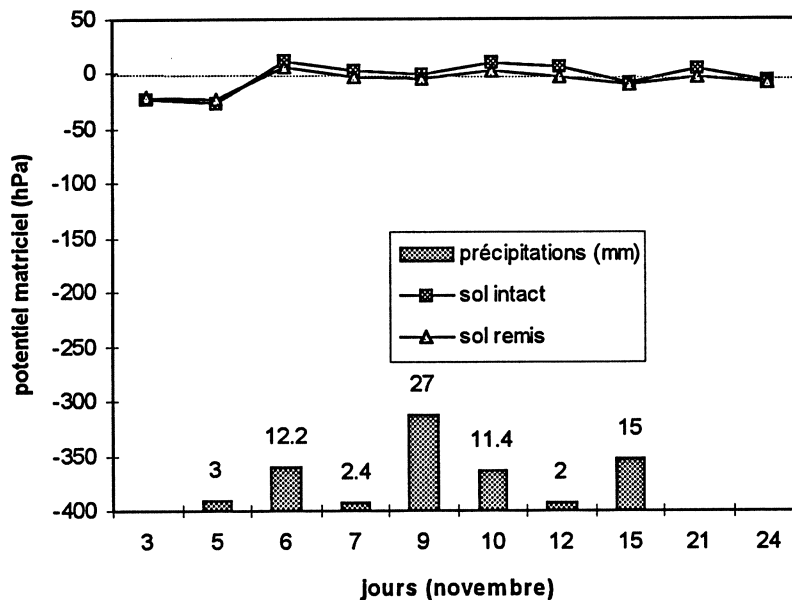
Fig. 3: Evolution du potentiel matriciel de l'eau du sol à 20 cm sur les parcelles 17 (sol remis) et une parcelle voisine de référence (sol intact) situées à Confignon Sud



A Confignon Sud, les potentiels matriciels mesurés à 20 cm sur le sol remis en place sont toujours plus élevés que ceux mesurés sur le sol intact (fig. 3). Les potentiels matriciels mesurés sur le sol remis en place à 20 cm indiquent la présence d'une nappe perchée proche de la surface. En effet, la médiane des potentiels matriciels mesurés à 20 cm entre le 23 et le 31 octobre sur le sol remis en place indique, avec 21 hPa, que les coupelles poreuses des tensiomètres se trouvaient à une vingtaine de centimètres en dessous d'une surface d'eau libre. La médiane des potentiels matriciels mesurés à 20 cm entre le 23 et le 31 octobre sur le sol intact indique, avec 1 hPa, que les coupelles poreuses des tensiomètres se trouvaient environ au niveau d'une surface d'eau libre. Nous pouvons donc penser que pour le sol intact, une nappe perchée s'est établie à environ 20 cm de la surface du sol, alors que celle-ci affleure la surface pour le sol remis en place. La présence d'une nappe affleurant la surface du sol peut évidemment perturber la germination et la croissance des plantes par la création de conditions anaérobies (manque d'oxygène pour le système racinaire).

Pour la parcelle 15, les mesures du potentiel matriciel ne permettent pas de différencier le sol intact du sol remis en place. Dans les deux cas, on observe à partir du 6 novembre l'établissement d'une nappe perchée à environ 20 cm de la surface du sol (fig. 4).

Fig. 4: Evolution du potentiel matriciel de l'eau du sol à 20 cm sur la parcelle 15 dont une partie a toujours conservé sa vocation agricole (sol intact).



Pénétrométrie

La relation entre la résistance à la pénétration et la profondeur est donnée dans les annexes. On remarque que la mesure effectuée sur la parcelle 17 se différencie clairement de celle réalisée sur une parcelle voisine non concernée par les travaux. Sur la parcelle intacte, la résistance de pointe ne dépasse pas 2 Mpa avant 60 cm de profondeur, alors que la parcelle remise en place montre des valeurs dépassant 5 Mpa à 30 cm de profondeur déjà. Notons qu'il est en général admis que le milieu devient difficile à pénétrer pour les racines à partir de 1.5 Mpa. Comme on dispose d'une seule mesure par site et que la résistance de pointe dépend fortement de la teneur en eau, qui n'a pas été mesurée, il convient d'interpréter ces résultats avec prudence.

Profils culturaux

L'étude de profils des parcelles 17, 23 et 25 montre que celles-ci sont hétérogènes. Remarquons que ces profils représentent des images ponctuelles et

qu'ils ne permettent pas de se faire une idée exacte des fréquences et répartitions des différents sols.

Les horizons supérieurs (0-30) des profils 4 et 5, situés au nord de la parcelle 23, sont caractérisés par une structure fragmentaire, grumeleuse à polyédrique. Cette structure est en voie d'amélioration, grâce à la présence importante de racines dans les 30 premiers centimètres. Les horizons du sous-sol montrent une structure plus compacte. Cependant, l'enracinement est relativement bon, ce qui améliore la structure par endroits. Le sous-sol est caillouteux.

Les horizons supérieurs (0-30) des profils 1, 2 et 3, situés au sud de la parcelle 23, sont moins favorables à l'exploitation agricole. Ces horizons montrent une structure compacte à fragmentaire, avec des agrégats de forme plutôt polyédrique. L'enracinement est faible, l'activité biologique fortement réduite. L'horizon supérieur du profil 3 est en voie d'amélioration. Les horizons du sous-sol montrent une structure compacte, peu favorable à la pénétration racinaire. On remarque la présence importante de cailloux dans l'horizon 30-70 cm des profils 1 et 3.

Les horizons supérieurs (0-30) des profils 6, 7 et 8, situés au sud de la parcelle 17, sont caractérisés par une structure essentiellement compacte. Par endroit, une structure fragmentaire, composée d'agrégats polyédriques, apparaît en mosaïque. L'enracinement est irrégulier. Les horizons du sous-sol montrent une structure compacte. L'enracinement est très faible. On relève la présence de cailloux dans le sous-sol.

Les horizons supérieurs (0-30) des profils 9 et 10 montrent une structure fragmentaire, polyédrique à granuleuse, en nette voie d'amélioration grâce à la présence de nombreuses racines. Les horizons du sous-sol se caractérisent par une structure compacte. L'enracinement est faible. Le profil 9 se caractérise par la présence entre 75 et 85 cm d'un horizon de structure particulière, sableux et très caillouteux. Il s'agit peut-être du matériau ayant servi à recouvrir les drains.

L'horizon supérieur (0-30) du profil 11, situé au sud-ouest de la parcelle 25, montre une structure favorable à l'exploitation agricole. La structure est fragmentaire, grumeleuse à polyédrique. On note la présence de nombreuses racines. Le sous-sol est caillouteux, l'enracinement est bon.

L'horizon supérieur (0-30) du profil 12, semble moins favorable à l'exploitation agricole. La structure est compacte à fragmentaire, les agrégats sont de forme polyédrique. L'enracinement est faible. Le sous-sol montre une structure compacte, l'enracinement est presque nul.

Les horizons supérieurs des profils 13 et 14, situés au nord de la parcelle 25, ne sont pas favorables à l'exploitation agricole. La structure est compacte, l'enracinement quasiment nul. Les horizons du sous-sol montrent également une structure compacte. L'enracinement est nul.

L'observation des profils nous a permis de définir les zones qu'il convenait de sous-soler sur les parcelles 17 et 23. Grâce à la faible pluviométrie de l'été 1994, le sous-solage a été effectué le 22 et 23 août dans de bonnes conditions. L'emplacement des zones sous-solées est indiqué en annexes sur la carte 7.

Les deux profils culturaux effectués sur la partie intacte et la partie remise en place de la parcelle 15 ont permis de mettre en évidence une différence de régime hydrique dans le sous-sol. Des traces d'hydromorphies (concrétions ferromanganifères, taches de rouille peu marquée) étaient visibles dans le sous-sol de la partie remise en place alors que le sous-sol intact ne montrait aucun signe d'hydromorphie.

2.4. Discussion

Sur les 18 estimations de rendement réalisées, 16 indiquent que des rendements supérieurs ont été atteints sur les portions de parcelles intactes (tab. 1, 2 et 3). Ces différences sont statistiquement assurées dans 5 cas sur 18. Ces différences de rendement résultent essentiellement d'une densité d'épis et d'un nombre de grains par épi inférieurs sur les portions remises en place. Ceci semble indiquer que les céréales ne trouvent pas de conditions de croissance idéales pendant le tallage et la montaison. Signalons toutefois que les rendements obtenus sur les portions remises en place n'ont jamais été très bas, si on les compare aux moyennes suisses.

A trois reprises, il a été possible de confronter les valeurs estimées du rendement avec les valeurs effectivement récoltées, communiquées par les agriculteurs. Les erreurs commises sont de l'ordre de 3 à 12% et restent donc raisonnables. Sur les parcelles 14 et 15, l'impact de la construction de l'autoroute sur les rendements est mesurable plusieurs années après la remise des terres aux agriculteurs. Horat (1994) fait état de résultats similaires lors de la remise en culture des terrains du delta de la Reuss.

Si des différences de rendement sont mesurables entre les portions intactes et remises en place des parcelles 14 et 15, il est par contre plus difficile de déterminer quelles en sont les causes exactes. Ainsi les mesures des propriétés physiques de la partie intacte et remise en place de la parcelle 15 n'ont pas permis de les différencier (tab. 9 et 10). Par contre, des différences de teneurs en

phosphore et en potassium existent entre les portions intactes et remises en place des parcelles 14 et 15 (tab. 12).

Tab. 12: Propriétés physiques, chimiques et rendement moyen en céréales sur trois ans pour les parcelles 14 et 15. Les valeurs pour le phosphore et le potassium représentent les teneurs disponibles moyennes pour les quatre périodes de prélèvement. Les valeurs élevées pour la partie intacte de la parcelle 15 résultent de son passé maraîcher. φ_a est la densité apparente de la terre fine, RFU est la réserve facilement utilisable en eau. Les mesures ont été effectuées à une profondeur de 20 cm.

Par.	$\varphi_a(t/m^3)$		RFU (% _v)		P (mg/kg)		K (mg/kg)		Rd (dt/ha)	
	SI	SR	SI	SR	SI	SR	SI	SR	SI	SR
14	/	/	/	/	3.45	1.3	41.9	19.6	85	65
15	1.53	1.51	4.2	4	16.8	1.3	86.2	17.2	76	52

Au vu des résultats du tableau 15 et sachant que les teneurs jugées correctes pour le phosphore et le potassium sont respectivement de 3 et 27,5 mg/kg, on pourrait penser que les différences de rendement sont dues avant tout à la faible teneur en phosphore des parties de parcelles remises en place. Cependant, bien que les mesures des propriétés physiques effectuées par Van der Klink (1995) n'aient pas permis de différencier la partie intacte et remise en place de la parcelle 15, un profil cultural réalisé en été 1995 a permis de différencier qualitativement le sous-sol de la partie intacte et remise en place. En effet, des traces d'hydromorphies, attestant d'un régime hydrique perturbé, étaient visibles dans le sous-sol (40-50 cm) de la partie remise en place. De plus, un mûrissement précoce, dû sans doute à un stress hydrique causé par un développement du système racinaire insuffisant, a été remarqué par l'auteur en 1994, 1995 et 1996 sur la partie remise en place de la parcelle 15. Ce mûrissement précoce était également visible, mais dans une moindre mesure, sur la partie remise en place de la parcelle 14. En conséquence, nous pensons que les diminutions de rendements en bordure des parcelles 14 et 15 résultent d'une combinaison de facteurs physiques et chimiques.

A Bardonnex, aux alentours de la plate-forme douanière, les mesures des propriétés physiques du sol réalisées sur la partie intacte et remises en place de la parcelle 3, ont permis de les différencier. Ainsi, il semble qu'au printemps 1994, le sous-sol de la partie remise en place soit plus compact et moins perméable que le sous-sol de la partie intacte (tab. 6). Si l'on considère maintenant les rendements obtenus en 1994, 1995 et 1996 sur la partie intacte et remise en place, on remarque qu'une différence de rendement a été constatée uniquement pour le colza en 1994. Le sous-solage à 40 cm effectué par Xavier Bouvier après la récolte du colza a peut-être été bénéfique, puisque les rendements obtenus en blé et en orge en 1995 et 1996 sur la partie intacte et remise en place de la parcelle 3, sont du même ordre de grandeur. Le reste des estimations de

rendement effectuées à Bardonnex ne permettent pas d'affirmer que des rendements supérieurs aient été atteints sur les parties intactes des parcelles 2 et 2a. On peut donc raisonnablement affirmer que l'impact des travaux autoroutiers sur les rendements à Bardonnex est resté relativement faible.

A Confignon Sud, les mesures des propriétés physiques effectuées par Van der Klink en 1994 sur la parcelle 17 et une parcelle intacte voisine ont permis de les différencier (tab. 9 et 10, fig. 3). Les densités apparentes de la terre fine étaient notamment plus élevées aux profondeurs 20 et 35 pour le sol remis en place que pour le sol intact. Ces densités apparentes relativement élevées pour des sols agricoles n'ont semble-t-il pas influencé la croissance du blé en 1996, puisque le rendement obtenu sur la parcelle 17, soit environ 60 dt/ha, est comparable avec le rendement réalisé sur la parcelle voisine intacte. Il semble ici que la jachère verte, semée par Bernard Charrière en mai 1994, et le labour en automne 1995, aient contribué à améliorer la fertilité physique de la parcelle 17.

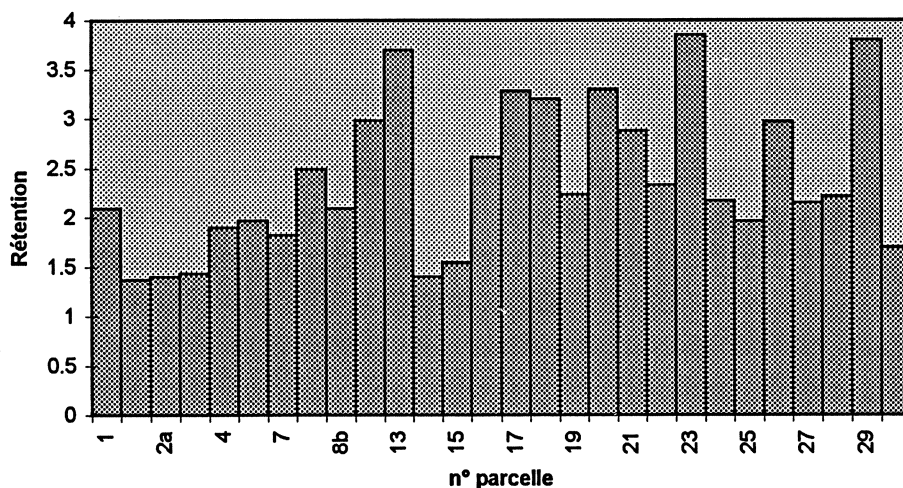
Au vu du travail effectué par Metzger (1995) sur les parcelles 20 et 23, il appert que l'horizon supérieur du sol est plus compacté pour la moitié sud des deux parcelles. Ceci confirme les résultats qualitatifs des profils de sol réalisés sur la parcelle 23, où l'on avait remarqué que l'horizon supérieur des profils situés au sud de la parcelle était clairement compacté. Néanmoins, sur la moitié sud des parcelles 20 et 23, montrant des densités apparentes moyennes de 1.46 et 1.43 t/m³, des rendements en céréales de respectivement 60 et 45 dt/ha ont été réalisés. Il semble ici que le labour des deux parcelles en septembre 1995 ait contribué, surtout pour la parcelle 20, à améliorer la fertilité physique de l'horizon supérieur. De plus, ce travail montre que les terres remises en place peuvent montrer une grande hétérogénéité quant à leurs propriétés physiques; sur la parcelle 20 et 23, les densités apparentes mesurées sont comprises entre 1.2 et 1.65 t/m³.

A Confignon Sud, le sous-solage à 70 cm des zones à problèmes des parcelles 17, 18 et 23 par Roland Donzé semble avoir porté ses fruits puisque des différences de rendement n'ont pu être mesurées en 1996 entre les zones sous-solées et le reste de la parcelle. Il semble toutefois que les bordures sud des parcelles 17 et 23 soient encore peu fertiles, et que l'installation d'une culture comme le colza pourrait y être problématique.

Bien que les rendements réalisés à Confignon Sud en 1996 soient globalement satisfaisants, il convient de rester prudent sur une appréciation définitive de la fertilité des sols, car l'année agricole 1995-1996 a été particulièrement favorable et qu'on ne peut tirer de conclusions sur une mesure unique du rendement.

Si l'on considère les résultats des analyses chimiques (tab. 5), on remarque que la rétention apparente médiane en phosphore pour les terres remises en place est particulièrement élevée. Il est clair que cette rétention apparente dépend de plusieurs paramètres, comme par exemple de la teneur en argile, de la quantité de phosphore enfouie de plus ou moins longue date en excédent de la quantité exportée par les cultures ainsi que de la quantité et de la qualité de la matière organique (Fardeau, 1990). Néanmoins, il nous paraît singulier que sur les 28 parcelles remises en place et cultivées en grandes cultures ou en jachère, pas une ne montre une rétention apparente en phosphore correcte, c'est-à-dire comprise entre 0.7 et 1.2, si l'on considère la médiane des quatre prélèvements (fig. 5).

Fig. 5: Rétention apparente pour le phosphore de 28 parcelles remises en place, cultivées en jachère verte ou en grandes cultures. La rétention médiane est calculée à partir des résultats des quatre séries d'analyses.



Il nous semble ici que cette rétention élevée pourrait être la conséquence d'une fertilité physique perturbée provoquant une diminution de l'activité biologique des sols remises en place. Ceci reste cependant à l'état d'hypothèse et devrait être confirmé par des mesures supplémentaires. Aux yeux de l'auteur, une certaine corrélation semble exister entre l'état «physique» des parcelles et la rétention apparente du phosphore. En effet, les parcelles montrant des problèmes de structure et de perméabilité du sol (par. 13, 17, 18, 20, 23, 26, 29), se caractérisent toutes par une rétention apparente pour le phosphore élevée. Il serait toutefois audacieux d'affirmer que cette rétention apparente élevée est liée uniquement à l'état «physique» des parcelles, étant donné les nombreux paramètres qui déterminent la rétention apparente du sol pour le phosphore.

Signalons pour finir que sur les parcelles 8a, 8b, 8c, 14, 15 et 16, une comparaison entre la rétention apparente en phosphore des parties intactes et

remises en place montre que dans quatre cas sur cinq, la rétention en phosphore est plus élevée pour les portions remises en place (tab. 13).

Tab. 13: Phosphore de réserve, phosphore disponible et rétention apparente du sol pour le phosphore pour quatre parcelles dont une partie n'a pas été concernée par les travaux. Les valeurs de P rés. et P disp. représentent les médianes de quatre prélèvements. Pour obtenir les valeurs en mg/kg, il faut multiplier P rés. par 40 et P disp. par 3.

	Parcelle 8 (a, b, c)			Parcelle 14		Parcelle 15		Parcelle 16	
	SI	SR		SI	SR	SI	SR	SI	SR
P rés.	1.14	1.20	1.40	2.16	0.66	7.98	0.59	1.08	5.18
P disp.	0.77	0.48	0.67	1.15	0.47	5.78	0.45	1.25	2.07
Rét.	1.49	2.49	2.08	1.99	1.40	1.39	1.54	0.86	2.60

Barème d'appréciation pour P: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

2.5. Conclusion

A Bardonnex, sur les sols remis en place de la plate-forme douanière, 4 à 5 cultures ont été récoltées depuis la fin des travaux. Les rendements obtenus ainsi que les visites des cultures indiquent que les sols ont retrouvé en grande partie leur fertilité initiale.

A Confignon Sud, après deux ans de jachère verte, les agriculteurs ont procédé en 1996 aux premières récoltes. Si les rendements peuvent être considérés comme satisfaisants, soit environ 60 dt/ha pour le blé et 76 dt/ha pour une parcelle de maïs, quelques questions subsistent quant au réel potentiel agronomique de ces parcelles. L'année 1996 était en effet une bonne année agricole. Jean-Luc Girardet qui a conduit la culture de maïs sur la parcelle remise en place à Confignon Sud, a récolté 89 dt/ha de maïs sur deux parcelles voisines, qui n'ont pas été concernées par les travaux de l'autoroute, soit 17 % de plus. En outre, les visites de cultures ont révélé encore quelques problèmes de croissance en 1996. Enfin, les mesures des propriétés physiques ainsi que l'étude des profils culturaux ont montré que les sols remis en place étaient par endroits peu perméables, montrant une structure peu favorable à l'exploitation agricole. Signalons encore que l'évaluation du rendement sur une seule année ne suffit pas pour juger du réel potentiel agronomique de parcelles agricoles remises en place. Le succès d'une remise en culture ne peut pas être apprécié correctement avant une période de 7 à 10 ans (Anonyme, 1991).

A Confignon Nord, la fertilité ne peut être évaluée de manière définitive, puisqu'une partie de la surface est encore occupée par de la jachère verte et par une prairie extensive sur terres assolées gelées. Nous espérons cependant que cette dernière, en place jusqu'en 1999 sur la parcelle 26, améliorera de manière

significative les propriétés physiques du sol, de manière à ce qu'il retrouve sa fertilité antérieure.

Sur la ferme de Loëx, les sols de trois parcelles, pour l'instant occupées par des cultures fourragères, montrent encore quelques signes d'atteintes physiques. Il convient là aussi d'attendre quelques années avant de pouvoir affirmer que ces sols ont retrouvé leur fertilité primitive.

D'autre part, les estimations de rendement effectuées sur les parcelles 14 et 15, indiquent que la remise en place des sols peut influencer le rendement plusieurs années après la fin des travaux (tab. 1, 2, 3). L'indemnisation, limitée sur la première année de remise en culture, telle que définie dans les conditions générales pour la mise à disposition des emprises provisoires des chantiers de la route nationale 1a peut donc dans certains cas, ne pas être suffisante.

Au cours de ce travail, il aurait été intéressant de mettre en relation les interventions du génie civil (type de travaux effectués, machines utilisées) et les paramètres du sol (type de sol, humidité lors des travaux, conditions d'entreposage) avec les dégâts physiques occasionnés. Ceci n'a malheureusement pas été possible du fait d'un trop grand nombre de variables, dont certaines ne sont pas connues de l'auteur. Ainsi, la pression au sol et le poids des différents engins de chantier utilisés ne sont pas connus de l'auteur. De plus, le potentiel matriciel de l'eau du sol au moment du décapage, paramètre déterminant pour la résistance du sol au compactage, n'a pas été relevé. Cependant, malgré ces difficultés, quelques considérations peuvent être avancées.

A Bardonnex, les sols limoneux reposent sur des sous-couches arables graveleuses et peu argileuses. Les sols remis en place ont retrouvé rapidement leur fertilité initiale, malgré une remise en place avec une chargeuse à chenilles, réputée dangereuse pour l'intégrité physique du sol. En bordure des parcelles 14 et 15, la terre végétale et la sous-couche arable, plutôt argileuse, ont été décapées et remises en place à la pelle rétro. La remise en place a été effectuée dans de mauvaises conditions ; les sols remis en place tardent à retrouver leur fertilité primitive. A Confignon Sud, les sols ont été décapés dans de mauvaises conditions. La terre végétale et la sous-couche arable, de nature plutôt argileuse, ont été stockées dans de mauvaises conditions; les tas faisaient jusqu'à 5 m de haut. La remise en place a été effectuée avec une chargeuse à chenilles et un scraper ; les sols montrent encore des signes d'atteintes physiques. A Confignon Nord, la parcelle 26, qui a été utilisée pour le stockage des matériaux terreux, a été décapée dans de mauvaises conditions. La sous-couche arable de nature argileuse a vraisemblablement été compactée et le sol n'a pas encore retrouvé sa fertilité initiale. En conclusion, il semble que ce soit la nature de la terre végétale

et de la sous-couche arable, ainsi que leur teneur en eau¹ au moment du décapage et de la remise en place, qui tiennent le rôle prépondérant dans le succès d'une remise en place. La hauteur des tas, pour autant quelle ne soit pas excessive, ainsi que le choix des machines semblent jouer un rôle certes pas négligeable, mais secondaire. Il n'empêche que l'utilisation de la pelle rétro, si le chantier ne peut pas attendre que les sols soient ressuyés, devient impérative. C'est l'engin qui ménage le plus le sol lors de sa prise et de sa remise en place (de Pury, 1996).

Une fois les travaux terminés, il est important que la remise en culture soit effectuée selon les recommandations en vigueur. Pour cela, les solutions proposées doivent non seulement être techniquement appropriées, mais également financièrement intéressantes pour les agriculteurs. L'expérience nous a montré que les agriculteurs désirent trouver un interlocuteur connaissant le monde et les techniques agricoles, possédant une certaine autonomie au niveau de la prise de décision qui doit être rapide. Les décisions relatives aux compensations financières, si par exemple l'agriculteur renonce à une culture de blé au profit d'une jachère verte, devraient pouvoir être prises immédiatement par la personne s'occupant de la protection du sol. Ceci permettrait de gagner un temps souvent très précieux quand il s'agit de choisir la date d'un semis. De plus, l'agriculteur accordera beaucoup plus de crédit à une personne ayant un certain pouvoir de décision.

En définitive, c'est avant tout des efforts administratifs et de planification qu'il faut effectuer, si l'on veut diminuer les risques d'atteintes physiques aux sols agricoles mis à disposition pour les emprises de chantier. Il faudrait par exemple séparer administrativement les chantiers impliquant des mouvements de terre du reste des chantiers, de façon que le décapage et la remise en place des matériaux terreux puissent être effectués entre mai et septembre, période où l'humidité du sol est en général la plus faible. De plus, le contact entre les agriculteurs et le service de protection du sol devrait être établi une année au moins avant le début des travaux. C'est également avant la fin des travaux qu'une discussion entre les agriculteurs et le service de protection du sol doit s'établir, afin de définir les modalités de la remise en culture et de fixer les éventuelles compensations financières. De cette manière, les risques d'atteintes physiques au sol lors des interventions du génie civil, ainsi que ceux liés à une remise en culture inadéquate, seront minimisés.

¹ En fait, la résistance du sol au compactage dépend plutôt du potentiel matriciel de l'eau du sol. La relation entre la teneur en eau et le potentiel matriciel de l'eau du sol est donnée par la courbe de désorption.

REMISE EN CULTURE DES SOLS AGRICOLES ET RENCONTRE AVEC LES AGRICULTEURS

1. Propos liminaires

Les sols agricoles utilisés provisoirement lors de travaux de génie civil, même si le décapage, le stockage et la remise en place ont été effectués dans les meilleures conditions possibles, ne retrouvent pas immédiatement leur fertilité antérieure. Lorsque ces sols sont restitués à l'agriculture, les choix culturels des exploitants sont primordiaux quant à la restauration de la fertilité. Il existe à cet effet de nombreuses recommandations pour la remise en culture (Gratier et Kissling, 1996; de Pury, 1992; Baumgartner, 1984) ; toutes indiquent que le travail du sol doit être dans un premier temps réduit au minimum, et qu'il est préférable d'installer les deux premières années, des mélanges légumineuses-graminées couvrant rapidement le sol. A Genève, lors de la restitution des sols remis en place suite à la construction de l'autoroute, les agriculteurs ont reçu du bureau d'architecte-paysagiste Walter Brugger une notice contenant des recommandations pour la remise en culture. Pour être adoptées par les agriculteurs, les recommandations doivent être cependant financièrement acceptables. Un paysan sans bétail ne verra par exemple pas d'intérêt à semer une prairie dont il ne saura que faire du fourrage. En tous les cas, les cultures sarclées comme le maïs doivent être évitées les deux premières années. Notons encore que la mise à disposition des terrains agricoles est réglementée par les «conditions générales pour la mise à disposition des emprises provisoires des chantiers de la route nationale 1a». Ces conditions générales règlent notamment la question des indemnités versées aux agriculteurs mettant à disposition des terrains agricoles.

L'inventaire des pratiques culturelles a été réalisé en questionnant à plusieurs reprises les agriculteurs concernés. Afin de se rendre compte d'éventuels problèmes de croissance des plantes et de possibles atteintes à la fertilité physique des sols remis en place, de fréquentes visites de culture ont été effectuées. Lors de ces visites, de nombreuses photographies ont été prises. Elles sont disponibles auprès du LCA. Les contacts entretenus avec les agriculteurs ont permis de les conseiller lorsque ceux-ci rencontraient des problèmes lors de la remise en culture.

Les renseignements concernant le décapage, le stockage et la remise en place des terres nous ont été aimablement fournis par le bureau Walter Brugger. Les sols ont en général été décapés avec une chargeuse à chenilles ou à l'aide d'un bulldozer. La remise en place a été effectuée avec une chargeuse à chenilles. A Confignon Sud, un scraper a également été utilisé pour la remise en place. Dans

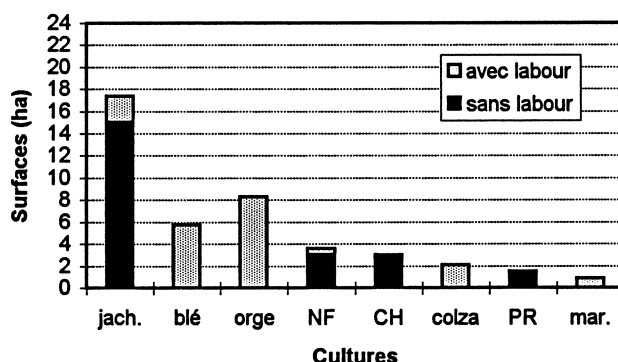
de rares cas, une pelle rétro a été utilisée pour le décapage et la remise en place. Avant de remettre la terre végétale, la sous-couche arable a été sous-solée dans la plupart des cas. Des informations détaillées pour chaque parcelle figurent en annexe. Il n'a malheureusement pas été possible d'obtenir des données précises sur les périodes de remises en place.

2. Evolution de l'occupation du sol entre 1994 et 1996

La surface totale de sols remis en culture est d'environ 43 ha, exploités par 18 agriculteurs. L'évolution de l'occupation du sol entre 1994 et 1996 est représentée par les figures 6, 7, et 8. La parcelle 32, exploitée par un vigneron, n'y apparaît pas.

Au printemps 1994, la jachère verte (17.4 ha) et les céréales (14,1 ha) occupent plus des deux tiers de la surface remise en culture (fig. 6). L'installation des jachères, à l'exception de la parcelle 17 à Confignon Sud, s'est réalisée sans labour, ce qui n'est pas le cas pour les céréales. Environ 3,6 hectares de sol sont encore nus ou laissés en friche. Le reste de la surface est meublé par 3 ha de culture herbagère (luzerne), 2.1 ha de colza et 0,85 ha de cultures maraîchères. Remarquons que la recommandation de ne pas labourer les deux premières années a été respectée pour les jachères et les cultures herbagères. Un hectare et demi sera éventuellement remis à l'agriculture ultérieurement. Il s'agit de deux parcelles appartenant à l'Etat de Genève, situées à la jonction de Perly.

Fig. 6: Occupation des surfaces au printemps 1994. Jach. signifie jachère verte, NF signifie nu ou en friche, CH signifie culture herbagère, mar. culture maraîchère. PR signifie que ces sols n'ont pour l'instant pas de vocation agricole.

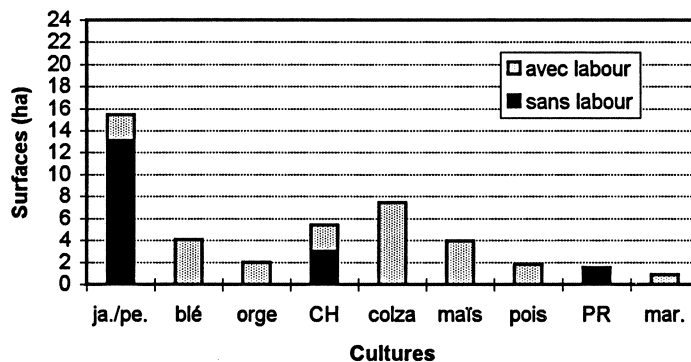


Sur les 18 agriculteurs concernés, un seul possède du bétail. Les cultures destinées à l'alimentation du bétail, représentées par 8.3 ha d'orge et 3 ha de luzerne, sont principalement concentrées sur la ferme de Loëx.

Les parcelles situées aux alentours de la plate-forme douanière de Bardonnex (parcelles 1 à 7) ainsi que les parcelles 8a et 8b, accueillent en 1994 la troisième culture après la remise en place des terres. Par contre, à Confignon Sud, les travaux ont été achevés en 1993 et la plupart des parcelles sont occupées par de la jachère verte en 1994.

Au printemps 1995, la surface en jachère verte diminue de 1.9 ha (fig. 7). Cette diminution est due au fait que les parcelles 9, 22 et 31, précédemment recouvertes par de la jachère verte, sont occupées en 1995 par du maïs et du blé. La mise en jachère verte des parcelles 23 et 26, précédemment en friche, ne suffit pas à combler la différence. Signalons que la jachère verte de la parcelle 1 a été convertie en prairie extensive sur terres assolées gelées. Comme la Confédération subventionne cette forme d'exploitation à raison de 3000 fr./ha sur six ans, une possibilité est offerte aux agriculteurs sans bétail de rentabiliser une culture herbagère.

Fig. 7: Occupation des surfaces au printemps 1995. Ja./pe. signifie jachère verte et prairie extensive sur terre assolée gelée, CH signifie culture herbagère, mar. culture maraîchère. PR signifie que ces sols n'ont pour l'instant pas de vocation agricole.

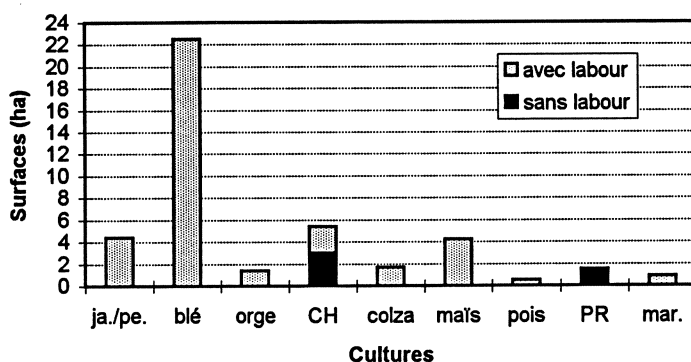


La part des céréales (6.1 ha) diminue au profit du colza (7,5 ha) et des cultures herbagères (5.4 ha). Ces surfaces herbagères sont composées de 3,5 ha de luzerne, de 1,9 ha d'un mélange longue durée de type 430 (M). Notons la disparition des terrains en friche qui ont étéensemencés en jachère (parcelles 23 et 26) et en luzerne (parcelle 21). On remarque l'apparition de la culture du maïs et du pois.

En 1996, on remarque une très forte diminution de la jachère au profit du blé (fig. 8). Ainsi, les parcelles 17, 18, 20 et 23, recouvertes par de la jachère verte au printemps 1995, sont occupées en 1996 par du blé d'automne. Notons également la forte augmentation des surfaces labourées. En 1996, seule la parcelle 29 occupée par de la luzerne, n'a pas encore été labourée. En 1996, seules les

parcelles 1, 26 et une partie de la parcelle 24 sont encore recouvertes par de la jachère verte. Leur fertilité n'a par conséquent pas encore pu être appréciée par l'estimation des rendements.

Fig. 8: Occupation des surfaces au printemps 1996. Ja./pe. signifie jachère verte et prairie extensive sur terre assolée gelée, CH signifie culture herbagère, mar. culture maraîchère. PR signifie que ces sols n'ont pour l'instant pas de vocation agricole.



3. Visites des cultures

A Bardonnex, aucun problème important de croissance ou d'atteinte physique du sol n'a été remarqué lors des différentes visites de culture. Cependant, en 1994, le colza occupant la parcelle 3 semblait moins dense sur la partie remise en place. Cette impression a été confirmée par la mesure du rendement (tab. 1). En 1994, quelques lampées (*Rumex obtusifolius*) étaient visibles sur la parcelle 5 et la portion intacte de la parcelle 6. Il est probable qu'un certain stock grainier se soit développé pendant la durée de stockage des terres, étant donné que les lampées sont en général peu présentes dans les rotations céréalières. Pour la parcelle 1, actuellement exploitée comme prairie extensive sur terre assolée gelée, on devra attendre jusqu'en 1999 pour pouvoir apprécier la fertilité à l'aide de la mesure du rendement. Toutefois, au vu du couvert végétal régulier, des problèmes majeurs ne devraient pas intervenir.

En 1995, un «rond» d'environ 15 mètres de diamètre, caractérisé par croissance ralentie du colza, était visible sur la parcelle 8b. Au vu de la faible surface en jeu, les causes de cette croissance perturbée n'ont pas été recherchées. Quelques «mouilles» ont été remarquées sur la parcelle 8b.

En 1995, après deux ans de jachère verte, le maïs recouvrant la parcelle 9 était régulier. Au vu du bon développement végétatif, le rendement obtenu a du être satisfaisant.

Les parcelles 10, 11 et 12, dont la bordure Est a été décapée sur environ vingt mètres, sont des parcelles maraîchères. Aucun problème de croissance n'y a été remarqué. Cependant le bord de la parcelle 11 était régulièrement détrempé. Selon l'exploitant, il semble qu'une rupture de canalisation soit à l'origine du problème.

La partie remise en place de la parcelle 13 ne montrait pas une structure très favorable à l'exploitation agricole en 1994 et 1995; quelques «mouilles» ont été remarquées. Cependant un rendement en maïs similaire a été réalisé sur la partie intacte et remise en place en 1995.

La bordure de la parcelle 14, utilisée pour le passage de la piste de chantier, se distingue du reste de la parcelle par la couleur de la terre. Les estimations de rendement effectuées en 1994, 1995 et 1996, indiquent que des rendements supérieurs d'environ 30% ont été atteints sur la partie intacte de la parcelle. Ces mêmes années, un mûrissement précoce était visible sur la partie remise en place. Toutefois, les rendements obtenus en blé (65 dt/ha) et en maïs (80 dt/ha) sur la partie remise en place indiquent que la fertilité du sol et de la sous-couche arable n'est pas atteinte fortement. Signalons encore que la surface remise en place, soit 0,35 ha, est relativement modeste comparée au 2,3 ha du reste de la parcelle.

C'est en bordure de la parcelle 15, utilisée pour le passage de la piste de chantier, que les différences de rendement les plus importantes, soit en moyenne 44%, entre la partie intacte et remise en place ont été mesurées. C'est ici également qu'en 1994, 1995 et 1996, un net mûrissement précoce des céréales a été remarqué sur la partie remise en place. Il semble cependant que ce phénomène va en s'atténuant. Cependant, avec une moyenne de 52 dt/ha, les rendements obtenus en céréales indiquent que la fertilité physique de la partie remise en place n'est pas atteinte trop fortement. Comme pour la parcelle 14, la surface remise en place de la parcelle 15, soit 0.4 ha, est relativement modeste comparée au 2,2 ha du reste de la parcelle.

La terre remise en place en bordure de la parcelle 16 se distingue par sa pierrosité importante. En 1994, l'orge de printemps a levé de manière irrégulière sur la partie remise en place. En mars 1995, le colza était plus chétif sur la partie remise en place. Toutefois, en 1996, les rendements atteints en blé sur la partie intacte et remise en place étaient similaires. Une «mouille» a été remarquée au nord de la partie remise en place.

A Confignon Sud, les visites de cultures effectuées ont permis de mettre en évidence quelques problèmes de croissance végétale et d'atteintes à la fertilité physique du sol.

Le sol de la parcelle 17 montrait par endroit en 1994 une structure polyédrique, peu favorable à l'exploitation agricole. Des zones compactées, signalées par la présence de mouilles, étaient visibles par endroits, surtout dans le quart sud de la parcelle. Quelques «mottes» de moraine argileuses sont présentes en surface par endroits. La jachère, semée en mai 1994, montrait une croissance irrégulière et avait quelques difficultés à recouvrir le sol. En 1996, un rendement de blé d'environ 63 dt/ha y a toutefois été réalisé.

Sur la parcelle 18, le semis de jachère réalisé en août 1993 n'a pas levé sur une partie à l'ouest de la parcelle. Quelques mouilles sont présentes, surtout dans la partie sud de la parcelle. En 1994 et 1995, le couvert végétal était dominé par les graminées. La luzerne lupuline était peu représentée. En hiver 1995, la croissance du blé était perturbée sur une bande d'environ 20-30 mètres, au sud de la parcelle (cf. carte 7). Cette croissance perturbée se manifestait par une couleur plus claire des jeunes plantes de blé. Le rendement atteint dans cette zone, soit environ 60 dt/ha, a toutefois été satisfaisant. Notons que cette zone de croissance perturbée coïncide à peu près avec la bande sur laquelle les engins (camion, pelle rétro) ont roulé pour la mise en place en été 1995 de la tranchée drainante en bordure sud de la parcelle.

Sur la parcelle 19, la jachère semée début mai 1993 s'est relativement bien développée et couvre le sol de manière régulière jusqu'en 1995. On remarque par endroit quelques «mottes» de moraine argileuses. Sur une zone située en bordure sud de la parcelle, le maïs a rencontré quelques problèmes de croissance et est resté chétif. Cependant, les rendements obtenus sur l'ensemble de la parcelle, soit environ 80 dt/ha selon une estimation effectuée en septembre 1996, peuvent être considérés comme satisfaisants. Lors du labour, en mars 1996, le sol était très humide et l'eau apparaissait au fond des sillons par endroit.

La jachère de la parcelle 20 ne s'est pas développée aussi harmonieusement que celle de la parcelle 19. En plusieurs endroits, le couvert végétal était épars et la croissance faible. Sur la zone la moins propice à la croissance végétale (cf. carte 7), des «mouilles» apparaissaient régulièrement après de fortes précipitations. C'est également dans cette zone que la croissance du blé était perturbée pendant l'hiver 1995-1996. Le rendement en blé, obtenu sur l'ensemble de la parcelle, soit environ 63 dt/ha en 1996, est toutefois satisfaisant.

Après une année en friche, la parcelle 21 est labourée au printemps 1994. Un semis de luzerne et de chicorée amère est réalisé. En 1995 et 1996, la luzerne est bien installée et croît régulièrement. La structure de l'horizon supérieur semble favorable à l'exploitation agricole. Bien que la fertilité de cette parcelle n'ait pas encore pu être estimée par la mesure du rendement, il semble que l'installation d'une céréale ne devrait pas poser de problèmes majeurs.

Sur la parcelle 22, la jachère s'est bien développée et couvrait régulièrement le sol en 1993 et 1994. Le semis du maïs en 1995 n'a pas posé de problème. A part une ou deux zones, de surfaces d'ailleurs très restreintes, le maïs s'est développé régulièrement. Le rendement atteint nous a été communiqué par l'agriculteur et se monte à 82 dt/ha pour 1995. En 1996, le rendement en blé, soit environ 80 dt/ha, peut être considéré comme bon.

La parcelle 23 n'a, dans un premier temps pas pu être travaillée par l'agriculteur. Celui-ci s'y est en effet enfoncé avec son tracteur lors d'un essai de labour en novembre 1993. Cette parcelle est restée en friche jusqu'en automne 1994. Le couvert végétal était relativement dense sur la moitié nord de la parcelle. Sur la moitié sud, et particulièrement en bordure de parcelle, le couvert végétal était clairsemé. La structure du sol est par endroit peu favorable à l'exploitation agricole. Quelques «mouilles» étaient visibles en 1994 et 1995 après de bonnes précipitations, surtout dans la moitié sud. Un mélange jachère 1 et luzerne a été semé en septembre 1994. Les légumineuses n'ont pas levé et les graminées ont mis du temps avant de recouvrir le sol. En 1996, on remarquait une forte présence d'adventices dans le blé. Le rendement obtenu, soit environ 47 dt/ha, peut être considéré comme faible.

La jachère de la parcelle 24 s'est bien développée en 1994 et 1995, couvrant le sol de manière régulière. En 1996, la moitié sud de cette parcelle a été emblavée en blé. Le rendement obtenu est, au dire de l'exploitant, satisfaisant. L'installation d'une céréale sur la moitié nord encore en jachère ne devrait pas poser de problèmes majeurs, au vu de la croissance de la jachère. Toutefois, en 1994 et 1995, une «mouille» était visible dans le coin nord ouest de la parcelle.

Sur la parcelle 25, le blé semé en novembre 1993 n'a pas levé d'une manière régulière. Sur une zone située au nord-est de la parcelle, détrempée en automne 1993, le blé n'a pas levé. Le rendement en blé n'est pas connu de l'auteur mais a été jugé faible par l'exploitant. Suite à ces problèmes, un drainage a été réalisé dans la moitié nord de la parcelle. Au printemps 1995, la levée du pois était irrégulière sur la moitié nord de la parcelle. En juin, un mûrissement précoce du pois était visible sur le tiers nord de la parcelle. En juin 1996, le couvert de blé était assez régulier, ce qui semble indiquer une amélioration de la fertilité physique de la moitié nord de la parcelle.

Les pluies importantes de septembre et octobre 1993 (cf. tableau 5 en annexe) ont détrempé le sol de la parcelle 26 et rendu impossible le semis d'une jachère verte. Des «mouilles» sont apparues en plusieurs endroits, attestant d'une perméabilité réduite. La structure du sol était peu favorable à l'exploitation agricole. En octobre 1994, une jachère verte a été semée. Le couvert végétal était au

printemps peu régulier. C'est pourquoi un sursemis de ray-grass anglais (Madera, 15 kg), de luzerne (5 kg) et de trèfle violet courte durée (Marino, 5 kg) a été effectué par Louis Fontanel sur les deux-tiers ouest de la parcelle. Sur le tiers est, un sursemis de moutarde (Vitasso, 5 kg) a été réalisé. Si la moutarde n'a pas pu s'installer en 1995, le mélange trèfle, luzerne, graminée a bien recouvert le sol. En 1996, le mélange légumineuse graminée est bien installé. Les problèmes de perméabilité semblent en voie d'amélioration et la présence de «mouilles» se fait plus rare. Comme cette surface est exploitée en prairie extensive sur terre assolée gelée, il faudra attendre l'an 2001 pour pouvoir juger de la fertilité à l'aide de la mesure du rendement.

Le développement de l'orge, sur les parcelles 27 et 28 en 1994, était assez homogène. Le rendement obtenu est selon l'exploitant, de 47 dt/ha. En 1994 et 1995, quelques «mouilles» ont été remarquées, surtout dans le tiers sud des deux parcelles. En 1994, un mélange fourrager longue durée a été semé sur les parcelles 27 et 28. En 1995 et 1996, le mélange couvre bien le sol et le couvert est assez régulier. Sur la parcelle 28, la moraine argileuse semble affleurer par endroit. Le sous-sol est généralement assez compact.

La luzerne semée sur la parcelle 29 ne s'est pas installée rapidement. Le couvert est assez hétérogène et beaucoup de graminées adventices sont présentes. On remarque la présence de fétuque roseau (*Festuca arundinacea*), qui est une plante indicatrice d'un terrain par moment détrempé. Des mouilles sont d'ailleurs visibles par endroit. Cette parcelle, ainsi qu'une portion de la parcelle 28, ont été drainées sur sa partie Est en été 1995. Lors de l'observation de la fouille nécessaire à la pose des drains, il s'est avéré que la partie située sur la tranchée couverte semble plus favorable à l'exploitation agricole que le reste de la parcelle, où un sous-sol compact et argileux est visible en plusieurs endroits.

Sur la parcelle 30, l'orge semé en automne 1993 s'est relativement bien développé. Le rendement obtenu est par contre plutôt faible, soit 45 dt/ha selon l'exploitant. Le couvert végétal en 1995 (colza) et 1996 (blé) était homogène; des problèmes de croissance n'ont pas été remarqués. Les rendements obtenus en 1995 et 1996 sont semble-t-il satisfaisants.

Au yeux de l'exploitant, la remise en culture de la parcelle 31 n'a pas posé de problèmes. En 1995, le blé s'est bien développé et le rendement obtenu était semble-t-il correct. Toutefois, quelques «mouilles» étaient présentes sur la parcelle. Selon l'exploitant, ces «mouilles» seraient dues à la présence de sources, détournées par les travaux de l'autoroute.

La plantation de la vigne sur la parcelle 32 n'a pas posé de problèmes. La vigne a montré une croissance homogène et vigoureuse en 1994 et 1995.

4. Inventaire des pratiques culturales et rencontre avec les agriculteurs

Les résultats détaillés des pratiques culturales pour chaque parcelle figurent en annexe.

Deux ans après la remise en culture, et malgré les recommandations préconisant de ne pas labourer les deux premières années, la moitié de la surface remise en place a été labourée au moins une fois. Ceci est sans doute dû en partie à la tradition agricole du labour. De plus, les conditions générales pour la mise à disposition des emprises provisoires des chantiers de la route nationale 1a, stipulent que l'état répond de la présence de pierres ou déchets, consécutive à ses travaux pendant une durée de trois ans (art. 4.5). Il est clair qu'un tel article incite les agriculteurs à labourer rapidement leur terrain, étant donné qu'ils veulent se rendre compte au plus vite de la présence d'éventuels cailloux dans l'horizon supérieur du sol.

Les itinéraires culturaux réalisés par les agriculteurs sur les parcelles remises en place ne diffèrent pas significativement de ceux accomplis sur les parcelles ayant toujours conservé leur vocation agricole. Pourtant, certains sols remis en place, de par leur perméabilité réduite, prennent plus de temps pour se ressuyer. Il conviendrait par exemple d'attendre plus longtemps après de fortes précipitations avant de les labourer. Ceci pose une intéressante question au niveau du partage des responsabilités lorsque, par exemple, un labour effectué dans des conditions trop humides, aggrave les atteintes physiques d'un sol remis en place. A notre avis, les responsabilités doivent être partagées entre le génie civil et l'agriculteur, puisque le nombre de jours pendant lesquels un sol ayant subi des atteintes physiques peut être travaillé, est fortement réduit.

La réaction de la plupart des agriculteurs quand quelques mouilles sont visibles sur leur parcelle, est que celle-ci doit être drainée. Cependant, dans le cas des sols remis en place, la présence de mouilles peut être due à des problèmes de perméabilité dans l'horizon supérieur du sol. Dans ce cas, la pose de drains à 80 cm n'apportera pas d'amélioration significative. Il est alors préférable d'installer d'abord un mélange légumineuses-graminées pendant quelques années, afin d'améliorer la structure et la perméabilité des couches supérieures du sol. Si les problèmes de perméabilité persistent, il sera temps de penser à la réalisation ou à la remise en état du système de drainage. C'est pourquoi l'article 4.4 des conditions générales pour la mise à disposition des emprises provisoires des chantiers de la route nationale 1a peut être dérangent. La limite de cinq ans pour la réparation des drainages défectueux apparaît ici comme un peu trop limitée, et incite les agriculteurs à demander rapidement une réparation ou la mise en place d'un système de drainage.

Sur les 18 agriculteurs concernés par la remise en culture des sols, un seul possède du bétail. C'est d'ailleurs sur la ferme de Loëx que l'on trouve les seules cultures herbagères destinées au bétail. Heureusement, l'introduction de la prime de 3'000.- Fr. par année pour l'installation d'une jachère ou d'une prairie extensive sur terres assolées gelées, a incité bon nombre d'agriculteurs à utiliser ces solutions pour la remise en culture. Cette possibilité de rentabiliser une culture herbagère pour les paysans sans bétail a permis une remise en culture selon les recommandations en vigueur. Ceci était d'une importance particulière à Conflignon Sud et sur la parcelle 26, où les atteintes physiques au sol étaient importantes à la fin des travaux.

QUELQUES REFLEXIONS SUR LE DECAPAGE, LE STOCKAGE ET LA REMISE EN PLACE ET EN CULTURE DES SOLS AGRICOLES

1. Préambule

Le sol, en tant que milieu poreux, peut être compacté. Le compactage se traduit entre autre par une augmentation de la densité apparente et une réduction du pourcentage des pores grossiers. La perméabilité diminue, le régime hydrique et d'aération est perturbé. Le compactage du sol par les outils agricoles est un phénomène maintenant reconnu. Gameda et *al.* (1994) indiquent que des baisses de rendement importantes peuvent survenir sur les sols compactés. En Suisse, Zihlmann et Weisskopf (1995) signalent que le passage de récolteuses à betteraves diminue significativement le pourcentage de pores grossiers. Enfin, au Québec, on estime que le compactage est responsable chaque année de pertes financières de l'ordre de 30 à 100 millions de dollars (Mehuys, 1984; Dumanski et *al.*, 1986).

Les effets négatifs des travaux agricoles sur les propriétés physiques du sol ainsi que leurs conséquences pour la croissance végétale, sont, on l'a vu, bien documentés. Par contre, peu de littérature est disponible sur par exemple l'impact des différentes machines de chantier ou les conséquences de différents procédés de remise en place des sols sur leurs propriétés physiques. De plus, la sensibilité du sol au compactage est un problème complexe, dépendant de nombreux paramètres, dont certains sont difficiles à mesurer. Ainsi, le type de sol, la nature, le potentiel matriciel de l'eau du sol (succion), le pourcentage de matière organique, la structure et la densité apparente, sont autant de paramètres qui influent sur sa sensibilité au compactage. C'est pourquoi les différentes recommandations existantes concernant le décapage, le stockage et la remise en place des sols se basent sur des critères plutôt empiriques que scientifiques.

En Suisse, existe depuis 1993 une directive sur la protection du sol lors de la mise en terre de conduites de transport d'hydrocarbures (OFEN, 1993). Celle-ci stipule notamment que lorsque les valeurs de succion sont supérieures à -100 hPa, aucune machine de chantier ne doit rouler sur le sol. Un important travail effectué récemment par Christophe Salm a débouché sur la parution d'un manuel intitulé «protection des sols et génie civil» (OFEFP, 1996). D'autre part, il existe dans plusieurs cantons des recommandations concernant la protection du sol lors des travaux de génie civil (Gratier et Kissling, 1996 ; Anonyme, 1992 ; Anonyme 1991 ; Baumgartner, 1984). Les recommandations suivantes s'inspirent de tous ces travaux ainsi que de notre expérience acquise pendant la construction de l'autoroute de contournement de Genève.

2. Mesures préliminaires

La cartographie des sols, obligatoire pour les projets qui sont soumis à un rapport d'étude d'impact sur l'environnement, doit être réalisée selon la classification des sols de la Suisse (SSP, 1992). Le choix de l'échelle dépend des surfaces à cartographier. La cartographie réalisée par Philippe de PURY avant la construction de l'autoroute de contournement de Genève est au millième. La carte des sols sert à déterminer par la suite l'épaisseur des couches à décaper et renseigne sur la fertilité et l'état initial des sols.

A partir de la carte des sols et des besoins en emprises provisoires, la surface à décaper sera déterminée. Remarquons que plus la surface à décaper est grande, plus la surface nécessaire à l'entreposage des terres sera importante. Cette surface destinée au stockage des terres peut également être atteinte dans son intégrité physique. Il est donc important de minimiser au maximum les surfaces à décaper, ce qui est avantageux aussi bien au point de vue financier que pour la protection du sol.

Dès que les surfaces à décaper sont connues, il convient de rencontrer au plus vite les exploitants pour les mettre au courant de la situation. C'est déjà à ce moment que le service chargé de la protection du sol doit intervenir, afin d'expliquer clairement les mesures qu'il convient de prendre avant et après la fin des travaux, ainsi que les indemnisations s'y rattachant. Au moment du décapage, les surfaces concernées devront être occupées par une prairie installée au minimum un an auparavant, afin que le sol se présente dans les meilleures conditions d'humidité et de stabilité possibles. Juste avant le décapage, la prairie doit être fauchée et exportée. Avant le décapage, il est recommandé d'effectuer un profil pédologique des principales unités de sol représentées. Quelques échantillons de sol non remanié peuvent être prélevés dans les différents horizons, afin de mesurer les propriétés physiques du sol initial (densité apparente, pourcentage en pores grossiers, perméabilité, influence de la teneur en eau sur la sensibilité au compactage). Ceci permet de caractériser beaucoup plus précisément l'état initial du sol.

Lors de la planification des travaux, le décapage doit être prévu pour les mois où la probabilité que le sol soit suffisamment sec est la plus grande. Si le sol est occupé par une prairie, les mois de mai à septembre conviennent le mieux. Lorsque une période particulièrement favorable se présente, il convient d'augmenter la cadence du décapage en augmentant le nombre de machines de chantier engagées. Les soumissions pour le décapage doivent être séparées du reste des soumissions, afin que les travaux de décapage puissent être effectués au besoin séparément, à une période propice, avant le début des travaux proprement dit.

La méthode souhaitée par la direction du chantier pour le décapage ainsi que les éventuels arrêts de travail doivent figurer dans les soumissions. L'entrepreneur peut alors fixer son prix en connaissances de cause.

3. Le décapage

La surface à décaper doit être déterminée à l'aide de la carte des sols et selon les besoins en emprises provisoires. Les limons argileux, peu perméables, reposant sur des sous-couches arables hydromorphes doivent être si possible évités. Dans les cas où de tels sols ne peuvent pas être écartés, la question de savoir si il est nécessaire de les décaper sur l'entier de la surface doit être posée. En effet le décapage de la terre végétale expose la sous-couche arable aux intempéries et aux passages des machines de chantier. La sous-couche arable apparaît souvent comme moins sensible au compactage. De par sa faible porosité, les ornières laissées par les machines de chantier sont en effet peu marquées. Il n'empêche qu'un compactage même léger d'une sous-couche arable déjà hydromorphe peut avoir des conséquences durables sur la fertilité du sol remis en place. De plus, les sous-couches arables ne peuvent pas être décompactées par les travaux agricoles classiques une fois la terre végétale remise en place. Enfin, les racines auront du mal à pénétrer les sous-couches compactées pour y effectuer leur travail d'amélioration. Pour les mêmes raisons, la nécessité de décaper des limons argileux reposant sur des sous-couches hydromorphes pour les installations de chantier, devrait également être remise en cause.

Si de tels sols sont destinés au stockage des terres, on pourrait imaginer de décaper la terre végétale et la sous-couche arable sur une bande de roulement, à l'aide d'une pelle rétro, décapant alternativement la terre végétale et la sous-couche arable, sans jamais rouler dessus. Une fois cette bande de roulement réalisée, les camions ou dumpers peuvent amener les terres à entreposer. Les tas seront formés à l'aide d'une pelle rétro et reposeront sur une surface non décapée. Le nombre de bandes de roulement à réaliser dépend de la forme et de la grandeur des aires de stockage ainsi que de la longueur du bras de la pelle rétro.

Par contre, si la terre végétale repose sur une sous-couche caillouteuse, peu argileuse, il nous paraît opportun de décaper uniquement la terre végétale sur les surfaces d'installation de chantier ainsi que sur les bandes de roulement des aires de stockage.

Le choix des machines pour le décapage doit être un compromis entre le coût, la vitesse de travail et les critères de protection du sol. L'utilisation d'engins pouvant décaper de grandes surfaces en peu de temps, comme par exemple les

scrapers, augmente la probabilité que la totalité des surfaces soient décapées lorsque le sol est suffisamment sec. Par contre, les scrapers roulent sur la sous-couche arable lors du décapage et montent partiellement sur les tas pour les ériger. L'idéal pour la protection du sol, est le décapage à la pelle rétro, sans rouler sur la terre végétale et la sous-couche arable. L'inconvénient de la faible vitesse de travail peut être compenser par l'engagement de deux ou plusieurs pelles en même temps. Les engins à pneus doivent être évités du fait de leur pression au sol importante et de la faible adhérence des roues qui, en patinant, lissent le sol. Les camions ou dumpers engagés pour le transport des terres ne devraient en principe pas circuler sur les sous-couches arables, surtout si celles-ci sont hydromorphes.

Christophe Salm classe les différents engins de décapage de la manière suivante: les différentes pelles (pelle rétro, pelle télescopique, dragueline) sont considérées comme étant les moins dangereuses pour l'intégrité physique du sol. Viennent ensuite les bulldozers et les scrapers, qui occupent une position intermédiaire. Les chargeuses sur chenilles et sur pneus sont considérées comme les plus dangereuses pour l'intégrité physique du sol.

En fait, les dégâts occasionnés au sol dépendent du type de machines utilisées et de la sensibilité du sol au compactage. La sensibilité du sol au compactage est fonction de la succion de l'eau du sol, qui peut être mesurée à l'aide de tensiomètres. D'une manière générale, on ne devrait pas engager de machines lorsque la succion de l'eau du sol à 35 cm de profondeur est supérieure à -100 hPa (capacité au champ). A partir du poids total des machines et de la pression au sol, il est possible de calculer une succion maximale à partir de laquelle les machines à chenilles peuvent être engagées (Salm, 1996):

$$\text{succion (hPa)} = \text{poids des machines (t)} \times \text{pression au sol (g/cm}^2\text{)} \times (-0.0125)$$

On remarque que ce n'est pas seulement la pression au sol qui est déterminante. Le poids total est tout aussi important. D'autre part, pour une même pression au sol une machine plus lourde occasionnera plus de dégâts en profondeur, dégâts qu'il convient justement d'éviter. C'est pourquoi le choix des machines doit reposer sur le poids total et la pression au sol, avec pour objectif de réduire au maximum ces deux critères.

4. Le stockage

Lors de l'entreposage de la terre végétale et de la sous-couche arable, il convient de ne pas dépasser une certaine hauteur, afin que les couches inférieures du tas ainsi que la surface sur laquelle il repose ne soient pas trop comprimées. Les

recommandations existantes prescrivent une hauteur maximale pour les tas de terre végétale comprise entre 1.50 et 2.50 m. Remarquons ici que la pression au sol exercée par un tas de terre végétale de 2.50 m de haut est, avec 0.35 bar, comparable à celle exercée par une pelle rétro. Notons que plus la hauteur du tas est faible, plus la surface nécessaire au stockage sera importante ; là aussi, il s'agit de faire un compromis. Pour la sous-couche arable, on peut envisager de former des tas de 4 m de haut, pour autant que l'on ait pas affaire à une sous-couche argileuse et hydromorphe.

La forme des tas doit être allongée et trapézoïdale, afin de réduire au maximum la distance entre le noyau central et l'air libre. Les tas ne doivent pas être érigés sur des sols imperméables ou dans des dépressions où l'eau risquerait de s'accumuler et de détremper les couches inférieures du tas. Les tas doivent être formés dans le sens de la pente, afin d'éviter l'accumulation éventuelle d'eau de ruissellement. Il faut éviter à tout prix de monter sur les tas pour les ériger. De même que pour le décapage, la terre végétale et la sous-couche doivent être ressuyées lors de la mise en tas. L'engin qui convient le mieux à la confection des tas est la pelle rétro. Une fois confectionnés, les tas doivent être ensemencés sans délai avec un mélange graminées-légumineuses. Ils doivent être ensuite régulièrement fauchés. La montée à graine d'adventices comme les lampées (*Rumex Obtusifolius*) doit être évitée.

Dans le cas d'un chantier progressant par tronçons et pour autant que la solution de décaper la terre végétale ait été retenue, il pourrait être intéressant de procéder de la manière suivante. La terre végétale du premier tronçon est décapée et entreposée normalement. Lors du décapage du deuxième tronçon, la terre végétale ne serait pas stockée, mais directement remise en place sur le premier tronçon, et ainsi de suite. Ceci aurait l'avantage de réduire considérablement la surface nécessaire au stockage de la terre végétale. De plus, seule la terre végétale du premier tronçon serait stockée, le reste serait décapé et immédiatement remis en place. L'inconvénient d'un tel système est que par le caractère successif des décapages, on pourrait être amené à décaper pendant les périodes où le sol n'est pas ressuyé. Pour que ce système fonctionne, il faudrait cependant que l'on soit en présence de sols semblables sur l'ensemble du tracé et que les agriculteurs acceptent de ne pas avoir la «même terre» qu'avant.

5. La remise en place

Le succès d'une remise en place dépend de plusieurs paramètres. La qualité de la terre végétale et de la sous-couche, leur teneur en eau, les conditions météorologiques pendant le travail de remise en place, les propriétés du support (perméabilité, inclinaison), ainsi que le choix des machines et de la méthode de

remise en place sont autant de paramètres à optimiser si l'on veut préparer de la meilleure manière le sol pour la remise en culture.

Les recommandations existantes préconisent souvent une remise en place en deux étapes ; la première consiste à remettre en place la sous-couche arable, puis de l'ensemencer avec des crucifères (moutarde, radis fourrager, choux de Chine) ou un mélange fourrager de courte durée. L'année suivante, après avoir fauché et récolté si nécessaire les végétaux croissant sur la sous-couche, on procède à la remise en place de la terre végétale. Bien que présentant l'avantage d'activer biologiquement la sous-couche arable au moyen de la culture intermédiaire, cette méthode possède à notre avis deux inconvénients. La durée de stockage de la terre végétale est augmentée d'une année et lors de la remise en place de la terre végétale, on est contraint de rouler sur la sous-couche arable en place.

Une méthode de remise en place par bandes, à l'aide d'une pelle rétro, permet de remettre en place en une étape la sous-couche arable et la terre végétale, sans que l'on soit contraint de rouler sur l'une ou sur l'autre. Cette méthode, mise au point par le Service cantonal de protection du sol de Zürich, a été appliquée avec semble-t-il succès pour la remise en place des sols utilisés provisoirement pendant la construction de la bretelle autoroutière de Plan-les-Ouates à Genève. Selon le Service cantonal de protection du sol de Zürich, cette méthode coûterait légèrement plus chère que la méthode recommandée normalement dans le canton. A Genève, il semble que cette méthode pourrait coûter jusqu'à 30 % de plus que les méthodes conventionnelles de remise en place. N'oublions cependant pas qu'un travail effectué dans les meilleures conditions possibles, et ceci également lors du décapage et de l'entreposage, peut permettre d'éviter par la suite des frais de drainage et d'indemnisation aux agriculteurs qui peuvent être importants.

Ajoutons pour finir que la terre entreposée doit être chargée par tranches verticales, afin de favoriser le mélange entre les couches supérieures et les couches inférieures du tas, qui ont en général plus souffert lors de l'entreposage.

6. La remise en culture

Des recommandations concernant la remise en culture existent dans de nombreux cantons. Toutes reconnaissent l'importance d'assurer le développement rapide d'un couvert végétal dense immédiatement après la remise en place et de réduire au maximum les opérations de travail du sol, en particulier le labour.

Il est en général recommandé d'installer un mélange légumineuses-graminées. Les graminées assureront la couverture du sol et on espère que les légumineuses, en particulier la luzerne et le trèfle violet, amélioreront les propriétés de la sous-

couche arable par un enracinement profond. Les agriculteurs ne possédant pas de bétail ne voient pas l'intérêt d'installer des mélanges légumineuses-graminées, dont ils ne sauraient que faire. Dans ce cas, l'installation d'une céréale peut convenir également. Il faut éviter en tous cas les cultures couvrant tard le sol et dont la récolte tardive est susceptible d'occasionner des dégâts supplémentaires au sol, comme le maïs, les betteraves sucrières et les pommes de terre. Le colza, de par la préparation fine du lit de semence qu'il nécessite, est à éviter également. Notons que la jachère verte et les prairies extensives sur terres assolées gelées sont subventionnées par la Confédération. Ainsi, les paysans sans bétail ont la possibilité de rentabiliser une culture «fourragère». Il n'empêche que malgré la subvention, une culture de blé peut s'avérer plus rentable, ce qui n'incite pas les agriculteurs à choisir la jachère comme solution de remise en culture.

En tous les cas, les recommandations de remise en culture ne sont profitables que si elles sont appliquées. C'est pourquoi il serait utile qu'un suivi des sols remis en place, couplé à un système qui inciterait les agriculteurs à suivre les recommandations, soit instauré. On pourrait par exemple indemniser les agriculteurs qui acceptent de semer une jachère à la place d'une céréale en leur proposant la différence entre la marge brute d'un blé et celle d'une jachère subventionnée, soit environ 1500 Fr. par année. Après deux ans de jachère, l'occupation du sol pourrait être ensuite envisagée comme suit : blé, orge, colza, engrais vert, maïs. Le service de protection du sol contrôlerait régulièrement la croissance des plantes et des indemnités seraient versées en cas de problèmes majeurs. Le contact entre les agriculteurs et le service de protection du sol resterait étroit, ce qui facilite grandement le passage de l'information et le respect des recommandations. De plus, un tel système permettrait de mieux définir si des mesures correctives, comme le drainage ou le sous-solage, doivent être appliquées après quelques années de culture

7. Conclusion

L'impact de travaux de génie civil sur la fertilité des sols agricoles utilisés provisoirement dépend d'un grand nombre de paramètres dont certains sont difficiles à maîtriser. C'est pourquoi il n'est pas possible d'établir des directives ou des normes concernant le décapage, l'entreposage et la remise en place, que l'on pourrait appliquer sans discernement dans toutes les situations. Un compromis doit par exemple être recherché entre la hauteur des tas et la surface nécessaire à l'entreposage. Il est également difficile de dire quelle méthode de remise en place, entre la méthode avec végétalisation de la sous-couche et la méthode de remise en place par bande, est a priori la meilleure. On peut aussi se poser la question de savoir s'il est nécessaire de

décaper l'entier des surfaces d'entreposage, surtout lorsque la terre végétale repose sur une sous-couche argileuse et hydromorphe.

La protection du sol n'est qu'une contrainte parmi d'autres dans la conduite d'un chantier. Les aspects financiers à court terme ainsi que les questions de délais occupent souvent une place plus importante lors de la prise de décision. C'est pourquoi les travaux de décapage et de remise en place ont souvent lieu à des périodes où le sol n'est pas ressuyé. Il convient cependant de ne pas accumuler les pratiques risquant d'occasionner des dégâts physiques au sol. Si le sol a été décapé et entreposé dans de mauvaises conditions, il convient alors d'apporter le maximum de soins à la remise en place ainsi qu'à la remise en culture, afin d'éviter que le sol soit atteint durablement dans son intégrité physique.

BIBLIOGRAPHIE

Anonyme, 1991. Richtlinien für die Durchführung von Rekultivierungen. Direktion der öffentlichen Bauten, Zürich.

Anonyme, 1992. Richtlinie Bodenschützerische Baubegleitung. Amt für Umweltschutz des Kantons Solothurn, Abt. Bodenschutz.

Baumgartner J. P., 1984. La remise en culture du sol. Fiche technique. Canton de Genève, service de l'agriculture.

Becher H. H., 1991. Soil structure on poorly-reclaimed disturbed sites in Bavaria. Soil technology, vol. 4, 363-371.

Celardin F., Chatenoux L., Meylan G., 1992. Réseau genevois d'observation du sol (GEOS). Archs Sci. Genève, 45(2), 171-187, septembre 1992.

Celardin F., 1996. Fertilizer requirement calculation moderated by apparent retention as deduced from two soil extracts. Commun. soil. sci. plant anal., 27(5-8), 1047-1054.

Dannowski M., 1989. Die Kennzeichnung von Schadverdichtungen in Krümenböden mit Hilfe von Durchwurzelungsuntersuchungen unter Laborbedingungen. Arch. Acker-Pflanzenbau Bodenk., Berlin 33(5), 277-284.

de Pury, 1992. Restitution des sols sur emprises provisoires après les travaux de la RN 1a. Remise en culture. IATE, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne.

de Pury, 1996. Communication personnelle. IATE, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne.

Dumanski J., Coote D.-R., Luciuk G., Lok C., 1986. Soil conservation in Canada. J. soil water conserv., 41(4), 204-210.

Fardeau, J.-C., Morel J.-L., 1990. Pouvoir fixateur des sols vis-à-vis du phosphore: conséquence sur la fertilisation phosphatée. Perspectives agricoles, n°147.

Gameda s., Raghavan G.-S.-V., McKyes E., Watson A.-K., Mehuys G., 1994. Response of grain corn to subsoiling and chemical wetting of a compacted clay subsoil. Soil & tillage research, 29, 179-187.

Gratier M., Kissling A., 1996. Remise en état et aménagement agricole. DTP, Canton de Vaud.

Harris J.-A., Birch P., Short K.-C., 1989. Changes in the microbial community and physico-chemical characteristics of topsoils stockpiled during opencast mining. Soil Use and Management 5, 161-168.

Horat P., 1994. Remise en culture des terrains du delta de la Reuss (Uri). Réunion technique sur des thèmes d'actualité de la protection des sols du 1.06. 1994 à Berne.

Metzger R., 1995. Etude de la variabilité spatiale des densités apparentes à l'échelle de la parcelle. Rapport de stage, IATE. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne.

Mehuys G.-R., 1984. Soil degradation of agricultural land in Quebec. A review and impact assessment. Science council of canada, Ottawa, 55 pp.

Meylan G., Mudespacher J., Chatenoux L., 1992. Etude sur le comportement de terres végétales entreposées en tas (RN 1a, section 8). DIER, Laboratoire cantonal d'agronomie, Genève.

Norme SIA, 1988. Aménagements extérieurs, norme n°318. Société suisse des ingénieurs et des architectes, Zürich.

OFEN, 1993. Directives sur la protection du sol lors de la mise en terre de conduites de transport d'hydrocarbures. Office fédéral de l'énergie, Berne.

Salm C., 1996. Protection des sols et génie civil. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne.

SSP, 1992. Classification des sols de la Suisse. Société suisse de pédologie, Zollikofen.

Torbert H. A., Wood C. W., 1992. Effects of soil compaction and water-filled pore space on soil microbial activity and N losses. Commun. soil sci. plant anal., 23 (11&12), 1321-1331.

USG, 1993. Botschaft zu einer Änderung des Bundesgesetzes über den Umweltschutz vom 7 juni 1993.

Van der Klink, N., 1995. Impact de la mise en place d'un tracé autoroutier sur les propriétés physiques des sols agricoles utilisés temporairement pendant les travaux. Travail de diplôme, IATE. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne.

Von Rohr G., Vökt U., Germann P., 1995. Auswirkungen des Rohrleitungsbaus auf bodenphysikalische Kenngrössen. Société Suisse de pédologie, bulletin 19, 73-76.

Wolkowski R.-P., 1990. Relationship between wheel-traffic-induced soil compaction, nutrient availability, and crop growth: a review. J. Prod. Agric., vol. 3, n°4, 460-469.

Zihlmann U., Weisskopf P., Diserens E., Anken T., 1995. Zuckerrüben-Ernteverfahren und Gefahr der Bodenverdichtung. Société suisse de pédologie, bulletin 19.

ANNEXES

Vous trouverez en annexe une fiche présentant chaque parcelle ainsi que des cartes permettant de les situer grâce aux numéros. Les plages laissées en blanc sur les fiches indiquent que l'information n'est pas connue. La présence d'une barre oblique (/) indique que l'intervention n'a pas été effectuée. Sous la rubrique traitement, les lettres H, F, I et R signifient herbicide, fongicide, insecticide et raccourcisseur. Sous la rubrique remarque, les textes en caractères normaux résument les indications des agriculteurs. Les textes en italique proviennent de l'auteur du présent travail.

Les cartes sont numérotées de 1 à 10 et présentent les parcelles du sud au nord. L'échelle est de 1:2'000. Les parties hachurées représentent les parcelles ou portions de parcelles ayant été décapées. Les tas de terre végétale apparaissent en ombré foncé; les tas de sous-couche sont signalés par une fine hachure; les tas de sous-sol et d'humus forestier (carte 9), ainsi que le tas de déblais (carte 8) apparaissent en blanc. Les installations de chantier (carte 1 et 2) sont signalées par de l'ombré clair. La piste de chantier (carte 1, 2, 3, 5 et 6) est symbolisée par un trait foncé épais. La disposition de l'essai sur les terres végétales stockées en tas est visible sur la carte 11.

Les emplacements des sites de prélèvement des anneaux de Burger sont signalés par une étoile et une lettre (parcelles 3, 22, 23). Les sites retenus par N. Van der Klink pour le prélèvement d'anneaux de Burger et la tensiométrie sont signalés par un point et une lettre (G et H, carte 5; J et I, carte 7). Les emplacements des profils culturels sont signalés par un point et un chiffre (parcelles 17, 23 et 25). Notons que l'emplacement des profils 2 et 4 correspond aux sites de prélèvement F et E. Les zones sous-solées des parcelles 17, 18 et 23 sont ombrées. Les zones à croissance perturbées des parcelles 18, 20 et 25 (carte 7 et 8) apparaissent en pointillé serré.

A Confignon sud (carte 7) les informations détaillées sur le stockage n'étaient pas disponibles. Les surfaces situées à l'extérieur du traitillé, étaient réservées pour le stockage de la terre végétale et de la sous-couche arable. La surface à l'intérieur du traitillé a été modelée (idem carte 9). Le traitillé de la carte 1, sur les parcelles 2 et 3, signale la limite des emprises provisoires du chantier de l'autoroute. La zone hachurée à l'ouest du traitillé a été décapée par le syndicat des améliorations foncières de Bardonnex, présidé par Jules Mabut. Sur la parcelle 11 (carte 3) un triangle signale l'endroit détrempé qui n'a pas pu être cultivé en 1994.

Parcelle n°: 1**Exploitant:** 1993

1994

Nom: Genecand

Bourqui

Prénom: John

Gérard

Rue: rte de Bardonnex 220

ch. du Rouet 2, Bardonnex

NP: 1257 Croix-de-Rozon

1257 Croix-de-Rozon

Tél.: 771 10 77

771 24 51

Surface: 1.3 ha**Travaux effectués:**

La terre végétale et la sous-couche ont été décapées à l'aide d'un bulldozer, en automne 1987. La remise en place, en automne 1990, a été effectuée par bandes avec une chargeuse à chenilles. Pour remettre en place la terre végétale, la chargeuse à chenilles a roulé partiellement sur la sous-couche. Cette parcelle a été utilisée pour le stockage des terres.

Analyse du sol:**a) Physique****Granulométrie:** sol limoneux (21% d'argile, 44% de silt et 35% de sable)**b) Chimique**

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	7.7	3.1	0.67	1.52	0.91	0.81	0.77	0.15	0.97	0.23
Nov. 94	7.8	/	1.37	1.18	0.81	0.84	0.86	0.19	0.99	0.30
Avril 95	/	2.8	0.57	1.09	0.86	0.91	0.82	0.23	1.04	0.32
Nov. 95	7.6	2.3	0.37	1.28	0.82	1.07	0.64	0.17	1.17	0.25

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <1.8, pauvre; 1.8-4.0, satisfaisant; >4.0, riche

Pratiques culturales :

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte/coupe
1-08-91 au 31-07-92	Orge				
1-08-92 au 31-07-93	jachère 1 semis en septembre	/	/	/	tonte en juin
1-08-93 au 31-07-94	jachère 1	/	/	/	tontes en septembre et en juin
1-08-94 au 31-07-95	prairie extensive sur terres assolées gelées (PESTAG)	/	/	/	tonte en septembre et en juin

Remarques: M. Bourqui a converti la jachère en prairie extensive sur terres assolées gelées. Cette forme d'exploitation est subventionnée sur 6 ans à raison de 3000 F/ha.

Parcelle: 2a**Exploitant: 1994****1995**

Nom: Vidonne
 Prénom: Claude
 Rue: 41 ch. du Village de Perly
 NP: 1258 Perly
 Tél.: 771 43 46

Genecand
 Pierre
 rte de Bardonnex 68, Arare
 1228 Plan-les-Ouates
 771 11 31

Surface: 0.22 ha ont été décapés. Le reste de la parcelle a toujours conservé sa vocation agricole

Travaux effectués:

La terre végétale et la sous-couche ont été décapées à l'aide d'un bulldozer, en automne 1987. La remise en place, en automne 1990, a été effectuée par bandes avec une chargeuse à chenilles. Pour remettre en place la terre végétale, la chargeuse à chenilles a roulé partiellement sur la sous-couche. Cette parcelle a été utilisée pour le stockage des terres.

Analyse du sol:**a) Physique**

Granulométrie: sol limoneux (21% d'argile, 47% de silt et 32% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	7.9	3.2	1.03	1.27	0.87	0.88	0.73	0.24	1.02	0.44
Nov. 94	8.0	/	1.23	0.77	0.75	0.84	0.82	0.36	1.01	0.75
Avril 95	/	2.8	0.43	0.68	0.63	0.78	1.00	0.36	1.45	0.67
Nov. 95	7.9	2.5	0.37	0.73	0.65	0.93	0.64	0.41	1.18	0.82

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <1.8, pauvre; 1.8-4.0, satisfaisant; >4.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	soja				
1-08-93 au 31-07-94	blé, semis 30 octobre	labour, vibro- culteur et herse rotative (sept- embre-octobre)	150 N (ammonitrate deux passages) 42 P ₂ O ₅ (Ceral) 84 K ₂ O (Ceral)	H: lumeton (mi-mars) topik (fin mars) F: avenir R: moddus	Juillet, satisfaisant
1-08-94 au 31-07-95	orge (plais- ant). Semis le 29 sept., 140 kg/ha	labour et hersage (début septembre)	65 P, 125 K (avant labour). 170 N (14 et 31 mars)	H: Trup (19 oct) F: Capitan (1 mai)	80 q/ha

Remarques: problèmes d'adventices dans les premières cultures. Levées irrégulières, faibles rendements.

Parcelle n°: 2**Exploitant:**

Nom: Vidonne
 Prénom: Claude
 Rue: 41 ch. du Village de Perly
 NP: 1258 Perly
 Tél.: 771 43 46

Surface: 0.83 ha ont été décapés. Le reste de la parcelle à toujours conservé sa vocation agricole

Travaux effectués:

La terre végétale et la sous-couche ont été décapées à l'aide d'un bulldozer, en automne 1987. La remise en place, en automne 1990, a été effectuée par bandes avec une chargeuse à chenilles. Pour remettre en place la terre végétale, la chargeuse à chenilles a roulé partiellement sur la sous-couche. Cette parcelle a été utilisée pour le stockage des terres.

Analyse du sol:**a) Physique**

Granulométrie: sol limoneux (24% d'argile, 41% de silt et 35% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	7.9	3.2	1.03	1.27	0.87	0.88	0.73	0.24	1.02	0.44
Nov. 94	8.0	/	1.33	0.92	0.62	0.83	0.82	0.23	0.89	0.35
Avril 95	/	2.6	0.57	0.86	0.45	0.78	0.73	0.24	1.07	0.32
Nov. 95	7.7	2.8	0.53	1.13	0.71	2.03	0.73	0.47	1.59	0.65

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <1.8, pauvre; 1.8-4.0, satisfaisant; >4.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	soja				
1-08-93 au 31-07-94	blé, semis 30 octobre	labour, vibro- culteur et herse rotative (sept- embre-octobre)	150 N (ammonitrate deux passages) 42 P ₂ O ₅ (Ceral) 84 K ₂ O (Ceral)	H: lumeton (mi-mars) topik (fin mars) F: avenir R: moddus	Juillet, satisfaisant
1-08-94 au 31-07-95	Colza (Bri- stol), semis le 7 sept- embre	déchaumage, la- bour (mi-août), herse rotative deux fois (début septembre)	46 P ₂ O ₅ et 92 K ₂ O (Ceral, début août) 141 N (nitrate d'am- moniaque, le 28.2 et le 25.3), 42 N et 36 S (sulfate d'ammoniaque le 2.3)	H: Devrinol I: Decis (14.3)	début juillet 47 q/ha

Remarques: problèmes d'adventices dans les premières cultures. Levées irrégulières, faibles rendements.

Parcelle n°: 3**Exploitant:**

Nom: Bouvier
 Prénom: Xavier
 Rue: 44 ch. du Village de Perly
 NP: 1258 Perly
 Tél.: 771 44 68

Surface: 0.85 ha ont été décapés. Le reste de la parcelle a toujours conservé sa vocation agricole.

Travaux effectués:

La terre végétale et la sous-couche ont été décapées à l'aide d'un bulldozer, en automne 1987. La remise en place, en automne 1990, a été effectuée par bandes avec une chargeuse à chenilles. Pour remettre en place la terre végétale, la chargeuse à chenilles a roulé partiellement sur la sous-couche. Cette parcelle a été utilisée pour le stockage des terres.

Analyse du sol:**a) Physique**

Granulométrie: sol limoneux (24% d'argile, 43% de silt et 33 % de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	7.9	3.5	0.70	1.04	0.62	0.69	0.95	0.29	0.97	0.49
Nov. 94	7.9	/	1.23	0.70	0.60	0.76	0.82	0.35	0.95	0.72
Avril 95	/	2.9	0.50	0.69	0.52	0.79	0.91	0.36	1.13	0.60
Nov. 95	8.0	2.3	0.40	0.75	0.64	0.99	0.55	0.33	1.10	0.64

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <1.8, pauvre; 1.8-4.0, satisfaisant; >4.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	orge				
1-08-93 au 31-07-94	colza (pres-tol), semis le 3 sept-embre	labour et herse rotative (août)	220 N (100 le 11.03, 42 le 20.03, 80 le 1.04), 70 P ₂ O ₅ , 70 K ₂ O et 36 S	I: decis F:ranilon (19 avril)	27 dt/ha
1-08-94 au 31-07-95	blé (arbola) semis direct avec herse rotative le 7 octobre	déchaumage (août, bumford) sous-solage (août, 40 cm)	/	H: le 2 novembre	

Remarques: beaucoup de cailloux ont été enlevés. Le potentiel agricole est, selon M. Bouvier, moins important sur le talus.

Parcelle n°: 4**Exploitant:** 1994

1995

Nom: Bouvier

Marendaz

Prénom: Xavier

Roger

Rue: 44 ch. du Village de Perly

pl. Brunes 28, Bardonnex

NP: 1258 Perly

1257 Croix-de-Rozon

Tél.: 771 44 68

771 28 23

Surface: 0.9 ha**Travaux effectués:**

La terre végétale et la sous-couche ont été décapées à l'aide d'un bulldozer, en automne 1987. La remise en place, en automne 1990, a été effectuée par bandes avec une chargeuse à chenilles. Pour remettre en place la terre végétale, la chargeuse à chenilles a roulé partiellement sur la sous-couche. Cette parcelle a été utilisée pour le stockage des terres.

Analyse du sol:**a) Physique**

Granulométrie: sol limoneux (23% d'argile, 40% de silt et 37% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	7.9	3.2	0.77	1.46	0.73	0.81	0.77	0.27	0.92	0.46
Nov. 94	7.6	/	1.60	1.44	0.84	1.01	0.86	0.31	0.89	0.49
Avril 95	/	2.8	0.80	1.53	0.78	1.01	1.00	0.33	1.03	0.40
Nov. 95	8.0	2.5	0.47	1.33	0.65	1.04	0.64	0.30	0.99	0.39

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <1.8, pauvre; 1.8-4.0, satisfaisant; >4.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	orge				
1-08-93 au 31-07-94	colza (pres-tol), semis le 3 sept-embre	labour et herse rotative (août)	220 N (100 le 11.03, 42 le 20.03, 80 le 1.04), 70 P ₂ O ₅ , 70 K ₂ O et 36 S	I: decis F: ranilon (19 avril)	
1-08-94 au 31-07-95	blé (arina) semis début octobre	labour et herse rotative (août)	70 P ₂ O ₅ (céral) 140 K ₂ O (céral)		

Remarques: beaucoup de cailloux ont été enlevés. Rendements comparables avant et après les travaux.

Parcelle n°: 5

Exploitant:

Nom: Gubinelli
Prénom: Nicolas
Rue: rte de Cugny 11
NP: 1257 Bardonnex
Tél.: 771 24 25

Surface: 0.9 ha

Travaux effectués:

La terre végétale a été décapée à l'aide d'un bulldozer, en automne 1987. La remise en place, au printemps 1991, a été effectuée par bandes avec une chargeuse à chenilles. Pour remettre en place la terre végétale, la chargeuse à chenilles a partiellement roulé sur la sous-couche. Une petite surface, en bordure ouest de la parcelle a été modelée. Cette parcelle a été utilisée pour le stockage des terres dans sa moitié ouest. La moitié est était occupée par des infrastructures du chantier.

Analyse du sol:

a) Physique

Granulométrie: sol limoneux (23% d'argile, 44% de silt et 33% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.0	3.1	0.70	1.48	1.09	1.00	0.86	0.48	0.95	0.78
Nov. 94	8.2	/	1.43	1.28	0.83	0.99	0.91	0.49	0.92	0.89
Avril 95	/	2.5	0.63	1.16	0.84	1.04	1.00	0.77	1.10	0.96
Nov. 95	8.0	2.4	0.60	1.50	1.09	1.32	0.82	0.56	1.10	0.70

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <1.8, pauvre; 1.8-4.0, satisfaisant; >4.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	colza				
1-08-93 au 31-07-94	blé (Iéna) semis le 28 octobre	sous-solage à 80 cm, labour et vibroculteur	140 N 70 P ₂ O ₅ 130 K ₂ O	F: /	
1-08-94 au 31-07-95	orge (manitou) semis combiné avec herse rota- tive le 30 sept- embre	déchaumage (fin juillet, herse à disque), labour et vibroculteur (août)		H:banaril	

Remarques: parcelle cultivée par John Genecand jusqu'en 1993. La même terre qu'avant les travaux a été remise. Quelques problèmes d'adventices.

Parcelle n°: 6**Exploitant:**

Nom: Gubinelli
 Prénom: Nicolas
 Rue: rte de Cugny 11
 NP: 1257 Bardonnex
 Tél.: 771 24 25

Surface: 0.6 ha ont été décapés. Le reste de la parcelle a toujours conservé sa vocation agricole.

Travaux effectués:

La terre végétale a été décapée à l'aide d'un bulldozer, en automne 1987. La remise en place, au printemps 1991, a été effectuée par bandes avec un trax. Pour remettre en place la terre végétale, la chargeuse à chenilles a roulé partiellement sur la sous-couche. Une petite surface, en bordure ouest de la parcelle a été modelée. Cette parcelle a été utilisée pour le stockage des terres.

Analyse du sol:

a) Physique

Granulométrie: sol limoneux (24% d'argile, 42% de silt et 34% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.0	3.5	1.87	4.03	1.31	1.31	1.21	0.66	0.98	0.74
Nov. 94	8.0	/	1.47	4.01	1.19	1.28	1.27	0.66	0.99	0.75
Avril 95	/	3.2	1.77	4.19	1.13	1.31	1.36	0.73	1.13	0.85
Nov. 95	8.0	3.0	1.40	4.45	1.40	1.71	1.09	0.71	1.14	0.69

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <1.8, pauvre; 1.8-4.0, satisfaisant; >4.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	colza				
1-08-93 au 31-07-94	orge semis le 23 octobre	sous-solage à 80 cm, labour et vibroculteur	140 N 75 P ₂ O ₅ 130 K ₂ O	F: /	
1-08-94 au 31-07-95	orge (manitou) semis combiné avec herse rota- tive le 30 sept- embre	déchaumage (fin juillet, herse à disque), labour et vibroculteur (août)		H:banaril	

Remarques: parcelle cultivée par John Genecand jusqu'en 1993. La même terre qu'avant les travaux a été remise. Quelques problèmes d'adventices.

Parcelle n°: 7

Exploitant: 1994

1995

Nom: Bouvier
Prénom: Xavier
Rue: 44 ch. du Village de Perly
NP: 1258 Perly
Tél.: 771 44 68

Gubinelli
Nicolas
rte de Cugny 11
1257 Bardonnex
771 24 25

Surface: 0.35 ha

Travaux effectués:

La terre végétale a été décapée à l'aide d'un bulldozer, en automne 1987. La remise en place, en automne 1991, a été effectuée par bandes avec une chargeuse à chenilles. Pour remettre en place la terre végétale, la chargeuse à chenilles a roulé partiellement sur la sous-couche. Cette parcelle a été utilisée pour le stockage des terres.

Analyse du sol:

a) Physique

Granulométrie: sol limoneux (22% d'argile, 47% de silt et 31% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.0	3.0	0.90	1.43	0.58	0.75	0.78	0.53	1.01	0.98
Nov. 94	8.2	/	0.70	1.31	0.52	0.81	0.82	0.51	0.95	1.07
Avril 95	/	2.5	0.67	1.19	0.43	0.79	0.82	0.55	1.10	0.89
Nov. 95	8.2	2.4	0.63	1.58	0.53	0.94	0.64	0.53	1.10	0.90

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <1.8, pauvre; 1.8-4.0, satisfaisant; >4.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	orge				
1-08-93 au 31-07-94	colza (pres- tol), semis le 3 sept- embre	labour et herse rotative (août)	220 N (100 le 11.03, 42 le 20.03, 80 le 1.04), 70 P ₂ O ₅ , 70 K ₂ O et 36 S	I: decis F:ranilon (19 avril)	
1-08-94 au 31-07-95	orge (manitou) semis combiné avec herse rota- tive le 30 sept- embre	déchaumage (fin juillet, herse à disque), labour et vibroculteur (août)		H:banaril	

Remarques: rendements comparables avant et après travaux.

Parcelle n°: 8a

Exploitant:

Nom: Gubinelli
Prénom: Nicolas
Rue: rte de Cugny 11
NP: 1257 Bardonnex
Tél.: 771 24 25

Surface: 0.6 ha

Travaux effectués:

La terre végétale a été décapée à l'aide d'une chargeuse à chenilles, en automne 1988. La remise en place, au printemps 1991, a été effectuée par bande avec une pelle rétro, après que la sous-couche ait été griffée. La pelle n'a pas roulé sur la sous-couche griffée. Un léger modelage a été effectué sur une partie de la parcelle. Cette parcelle a été utilisée pour le stockage des terres.

Analyse du sol:

a) Physique

Granulométrie: sol limoneux (22% d'argile, 40% de silt et 38% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.1	2.8	0.70	1.45	0.65	0.75	0.72	0.33	0.91	0.59
Nov. 94	8.2	/	0.50	1.23	0.61	0.78	0.82	0.31	0.93	0.62
Avril 95	/	2.6	0.47	1.18	0.50	0.83	0.82	0.36	1.08	0.56
Nov. 95	8.1	2.2	0.37	1.15	0.82	1.04	0.64	0.30	1.11	0.43

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <1.8, pauvre; 1.8-4.0, satisfaisant; >4.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	blé				
1-08-93 au 31-07-94	blé (obelisk) semis le 30 septembre	sous-solage à 80 cm, labour et vibroculteur	140 N 75 P ₂ O ₅ 130 K ₂ O	F: /	
1-08-94 au 31-07-95	colza, semis combiné avec un vibroculteur le 23 août	déchaumage, labour, herse rotative		H: devrinol top	

Parcelle n°: 8b

Exploitant:

Nom: Gubinelli
Prénom: Nicolas
Rue: rte de Cugny 11
NP: 1257 Bardonnex
Tél.: 771 24 25

Surface: 1.4 ha

Travaux effectués:

La terre végétale a été décapée à l'aide d'une chargeuse à chenilles, en automne 1988. La remise en place, au printemps 1991, a été effectuée par bande avec une pelle rétro, après que la sous-couche ait été griffée. La pelle n'a pas roulé sur la sous-couche griffée. Cette parcelle a été utilisée pour le stockage des terres.

Analyse du sol:

a) Physique

Granulométrie: sol limoneux (23% d'argile, 39% de silt et 38% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.1	2.8	0.87	1.55	0.73	0.81	0.71	0.28	0.90	0.51
Nov. 94	8.1	/	0.77	1.59	0.68	0.84	0.86	0.33	0.96	0.56
Avril 95	/	2.5	0.57	1.20	0.55	0.77	0.82	0.31	1.05	0.50
Nov. 95	8.1	2.2	0.47	1.25	0.73	1.00	0.64	0.33	1.10	0.51

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <1.8, pauvre; 1.8-4.0, satisfaisant; >4.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	blé				
1-08-93 au 31-07-94	blé (obelisk) semis le 30 septembre	sous-solage à 80 cm, labour et vibroculteur	140 N 75 P ₂ O ₅ 130 K ₂ O	F: /	
1-08-94 au 31-07-95	colza, semis combiné avec un vibroculteur le 23 août	déchaumage, labour, herse rotative		H: devrinol top	

Remarques: présence de mouilles. Levée irrégulière du colza par endroit.

Parcelle n°: 8c

Exploitant:

Nom: Gubinelli
Prénom: Nicolas
Rue: rte de Cugny 11
NP: 1257 Bardonnex
Tél.: 771 24 25

Surface: 1.5 ha. Cette surface a toujours conservé sa vocation agricole.

Analyse du sol:

a) Physique

Granulométrie: sol limoneux (23% d'argile, 45% de silt et 32% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.2	3.3	1.10	1.47	0.76	0.69	0.82	0.65	0.95	1.68
Nov. 94	8.1	/	0.73	1.13	0.56	0.69	0.77	0.60	1.03	1.51
Avril 95	/	3.0	0.80	1.15	0.59	0.67	0.82	0.76	1.11	1.81
Nov. 95	8.1	2.5	0.50	1.08	0.67	0.84	0.64	0.57	1.22	1.34

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <1.8, pauvre; 1.8-4.0, satisfaisant; >4.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	blé				
1-08-93 au 31-07-94	blé (obelisk) semis le 30 septembre	sous-solage à 80 cm, labour et vibroculteur	140 N 75 P ₂ O ₅ 130 K ₂ O	F: /	
1-08-94 au 31-07-95	colza, semis combiné avec un vibroculteur le 23 août	déchaumage, labour, herse rotative		H: devrinol top	

Parcelle n°: 9**Exploitant:** 1993

1994

Nom: Bourqui

Yersin

Prénom: Gérard

Edouard

Rue: 2 ch. du Rouet

ch. Plein-vent 23

NP: 1257 Croix-de-Rozon

1228 Plan-les-Ouates

Tél.: 771 24 51

771 35 15

Surface: 2.3 ha**Travaux effectués:**

La terre végétale et la sous-couche ont été décapées à l'aide d'une chargeuse à chenilles, à la fin de l'automne 1989. La remise en place, en automne 1991 et au printemps 1992, a été effectuée par bandes avec une chargeuse à chenilles. Pour remettre en place la terre végétale, la chargeuse à chenilles a roulé partiellement sur la sous-couche préalablement griffée. La parcelle entière a été modelée. Cette parcelle a été utilisée pour le stockage des terres.

Analyse du sol:**a) Physique**

Granulométrie: sol limoneux (23% d'argile, 37% de silt et 40% de sable)

b) chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.2	2.5	0.53	1.66	0.84	0.94	0.91	0.64	0.83	1.08
Nov. 94	8.3	/	0.37	1.06	0.53	0.81	0.95	0.62	1.02	1.09
Avril 95	/	2.5	0.53	1.28	0.77	0.99	0.91	0.69	1.09	1.11
Nov. 95	8.0	2.2	0.50	1.55	0.82	1.11	0.82	0.58	1.32	0.93

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <1.8, pauvre; 1.8-4.0, satisfaisant; >4.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-91 au 31-07-92	blé de printemps jachère 2 et mélange fleurs (moitié ouest de la parcelle, semis en mai)	herse à disque et herse rotative	100 N 50 P ₂ O ₅ 50 K ₂ O	H: aniten-combi	47 dt/ha
1-08-92 au 31-07-93	jachère 2 et mélange fleurs (semis de la moitié est de la parcelle en août)	herse à disque et herse rotative	/	/	une tonte
1-08-93 au 31-07-94	jachère 2 et mélange fleurs	/	/	H: Basta	deux tontes (fin juin, début septembre)
1-08-94 au 31-07-95	jachère 2 et mélange fleurs (couvert vé- gétal détruit avec un herbicide total)				

Remarques: la variété de blé de printemps Albis a donné 47 q/ha la première année de culture (1992). En 1995 et 1996, du maïs a été cultivé. Les rendements obtenus sont satisfaisants.

Parcelle n°: 10

Exploitant:

Nom: Janin
Prénom: Pierre
Rue: ch. Alcire 1, Arare
NP: 1228 Plan-les-Ouates
Tél.: 771 12 06

Surface: 0.3 ha

Travaux effectués:

La terre végétale a été décapée en été 1990 à l'aide d'une chargeuse à chenilles. En automne 1992, la terre végétale a été remise en place sur une sous-couche préalablement griffée, à l'aide d'une pelle rétro. La pelle rétro n'a pas roulé sur la sous-couche griffée. Cette parcelle a été utilisée pour le stockage des terres.

Analyse du sol:

a) Physique

Granulométrie: sol limoneux (24% d'argile, 40% de silt et 36% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.0	3.7	1.07	5.40	1.38	1.52	1.32	0.85	1.06	1.47

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <1.8, pauvre; 1.8-4.0, satisfaisant; >4.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-93 au 31-07-94	salade, blé de printemps	labour, herse rotative, vibro- culteur			
1-08-94 au 31-07-95	diverses cul- tures maraî- chères	labour, herse rotative, vibro- culteur			

Remarques: terre caillouteuse. Pas de passé agricole. Problèmes d'adventices la première année.

Parcelle n°: 11

Exploitant:

Nom: Janin
Prénom: Pierre
Rue: ch. Alcire 1, Arare
NP: 1228 Plan-les-Ouates
Tél.: 771 12 06

Surface: 0.1 ha

Travaux effectués:

La terre végétale a été décapée en été 1990 à l'aide d'une chargeuse à chenilles. En automne 1992, la terre végétale a été remise en place sur une sous-couche préalablement griffée, à l'aide d'une pelle rétro. La pelle rétro n'a pas roulé sur la sous-couche griffée. Cette parcelle a été utilisée pour le stockage des terres.

Analyse du sol:

a) Physique

Granulométrie: sol limoneux (20% d'argile, 44% de silt et 36% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.0	3.0	0.40	1.97	0.60	0.79	0.63	0.32	0.98	0.66

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <1.8, pauvre; 1.8-4.0, satisfaisant; >4.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-93 au 31-07-94	friche	/	/	/	/
1-08-94 au 31-07-95	friche	/	/	/	/

Remarques: un collecteur semble endommagé, ce qui détrempe le terrain. Le sol ne peut être travaillé.

Parcelle n°: 12

Exploitant:

Nom: Janin
Prénom: Pierre
Rue: ch. Alcire 1, Arare
NP: 1228 Plan-les-Ouates
Tél.: 771 12 06

Surface: 0.45 ha

Travaux effectués:

La terre végétale a été décapée en été 1990 à l'aide d'une chargeuse à chenilles. En automne 1992, la terre végétale a été remise en place sur une sous-couche préalablement griffée, à l'aide d'une pelle rétro. La pelle rétro n'a pas roulé sur la sous-couche griffée. Cette parcelle a été utilisée pour le stockage des terres.

Analyse du sol:

a) Physique

Granulométrie: sol limoneux (28% d'argile, 43% de silt et 29% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	7.8	4.0	0.93	4.26	1.00	1.45	0.99	0.65	1.14	1.06

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <1.8, pauvre; 1.8-4.0, satisfaisant; >4.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-93 au 31-07-94	carottes et autres cultures maraîchères	labour, herse rotative, vibro- culteur			
1-08-94 au 31-07-95	diverses cul- tures maraî- chères	labour, herse rotative, vibro- culteur			

Remarques: les carottes n'ont pas donné entière satisfaction. Rendement faible.

Parcelle n°: 13**Exploitant:** 1994

1995

Nom: Gubinelli

Bourqui

Prénom: Nicolas

Gérard

Rue: rte de Cugny 11

2 ch. du Rouet

NP: 1257 Bardonnex

1257 Croix-de-Rozon

Tél.: 771 24 25

771 24 51

Surface: 0.5 ha ont été décapés. Le reste de la parcelle a toujours conservé sa vocation agricole.

Travaux effectués:

La terre végétale a été décapée en été 1990 à l'aide d'une chargeuse à chenilles. Lors de la remise en place, un modelage a été effectué. La sous-couche et la terre végétale ont été épandues par bandes à l'aide d'une pelle rétro. La pelle rétro n'a pas roulé sur la sous-couche ayant servi au modelage. Cette parcelle était occupée par des infrastructures de chantier.

Analyse du sol:**a) Physique**

Granulométrie: limon argileux (34% d'argile, 38% de silt et 28% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.1	3.6	0.27	1.13	0.51	0.81	0.86	0.30	1.07	0.36
Nov. 94	8.2	/	0.23	0.74	0.43	0.76	0.91	0.30	1.07	0.34
Avril 95	/	3.9	0.33	0.94	0.37	0.79	0.91	0.35	1.18	0.36
Nov. 95	8.0	2.8	nd	0.83	0.38	0.88	0.82	0.35	1.30	0.38

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <2.5, pauvre; 2.5-6.0, satisfaisant; >6.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-93 au 31-07-94	orge de printemps				
1-08-94 au 31-07-95	maïs	labour			

Remarques: lors de la prise d'échantillon (7 février 1994), certains endroits étaient détrempés.

Parcelle n°: 14

Exploitant:

Nom: Chevalley
Prénom: Marc-André
Rue: rte de Loëx 157
NP: 1233 Bernex
Tél.: 757 52 26

Surface: 2.3 ha. Cette surface a toujours conservé sa vocation agricole.

Analyse du sol:

a) Physique

Granulométrie: limon sableux (19% d'argile, 31% de silt et 50% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	7.3	3.2	1.33	2.51	1.66	1.87	0.93	0.85	1.98	1.50
Nov. 94	7.4	/	0.93	2.28	1.50	1.87	1.11	0.95	2.30	1.83
Avril 95	/	2.2	1.37	1.98	1.31	1.93	0.89	1.00	1.40	1.54
Nov. 95	7.2	2.2	0.97	2.03	1.63	2.35	0.89	1.10	1.98	1.42

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <1.8, pauvre; 1.8-4.0, satisfaisant; >4.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	colza	labour			
1-08-93 au 31-07-94	blé, semis combiné avec une herse rotative le 20 octobre	sous-solage (chisel) et vibroculteur	140 N 75 P ₂ O ₅ 75 K ₂ O	H: ioniz-P (7.03) F: unix (28.04) F: avenir (5.06) R: moddus (28.04)	66 dt/ha
1-08-94 au 31-07-95	maïs (pactol) semis le 20 avril	labour (la moitié 5-10 nov., l'autre début avril) herse rotative mi-avril	60 P, 60 K, 9 Mg le 9 août. 35 m ³ /ha fumier de cheval en automne	H: gesaprim I: decis?	

Parcelle n°: 14r

Exploitant:

Nom: Chevalley
Prénom: Marc-André
Rue: rte de Loëx 157
NP: 1233 Bernex
Tél.: 757 52 26

Surface: 0.35 ha

Travaux effectués:

La terre végétale et la sous-couche ont été décapées à l'aide d'une chargeuse à chenilles au printemps 1989. La remise en place a été réalisée avec une pelle rétro en été 1992. Cette surface, en bordure de la parcelle 14, a été utilisée comme piste de chantier. Les conditions météorologiques lors de la remise en place étaient défavorables.

Analyse du sol:

a) Physique

Granulométrie: limon argileux (31% d'argile, 39% de silt et 30% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.1	3.3	0.60	0.81	0.84	1.06	0.80	0.73	1.03	1.65
Nov. 94	8.2	/	0.53	0.77	0.68	0.96	0.82	0.57	0.95	1.32
Avril 95	/	2.7	0.40	0.45	0.66	1.06	0.73	0.78	1.07	1.88
Nov. 95	8.1	2.5	0.20	0.55	0.67	1.13	0.64	0.78	1.21	1.71

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <2.5, pauvre; 2.5-6.0, satisfaisant; >6.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	colza	labour			
1-08-93 au 31-07-94	blé, semis combiné avec une herse rotative le 20 octobre	sous-solage (chisel) et vibroculteur	140 N 75 P ₂ O ₅ 75 K ₂ O	H: ioniz-P (7.03) F: unix (28.04) F: avenir (5.06) R: moddus (28.04)	66 dt/ha
1-08-94 au 31-07-95	maïs (pactol) semis le 20 avril	labour (la moitié 5-10 nov., l'autre début avril) herse rotative mi-avril	60 P, 60 K, 9 Mg le 9 août. 35 m ³ /ha fumier de cheval en automne	H: gesaprim I: decis?	

Remarques: présence de chiendent (*Agropyron repens*). La terre remise en place n'est pas celle qui a été décapée, comme l'atteste les différences de texture et de teneur en nutriments entre la partie remise en place et la partie intacte.

Parcelle n°: 15**Exploitant:**

Nom: Girard
 Prénom: Pierre
 Rue: ch. Grand-champs 45
 NP: 1232 Confignon
 Tél.: 771 18 64

Surface: 2.2 ha. Cette surface a toujours conservé sa vocation agricole.

Analyse du sol:**a) Physique**

Granulométrie: sol limoneux (23% d'argile, 42% de silt et 35% de sable)

b) Chimiques

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	7.7	2.8	6.23	8.08	3.71	2.88	2.95	0.64	0.74	0.45
Nov. 94	7.9	/	5.83	7.88	2.84	3.34	1.41	0.63	0.77	0.41
Avril 95	/	2.7	5.73	8.15	2.95	4.09	1.27	0.73	0.85	0.55
Nov. 95	7.9	2.4	4.53	7.48	3.04	2.81	1.27	0.66	0.98	0.43

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <1.8, pauvre; 1.8-4.0, satisfaisant; >4.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	pois	labour et vibro- culteur			
1-08-93 au 31-07-94	blé, semis le 2 novem- bre	herse à disque, vibroculteur, herse rotative	175 N (20.03, 22.04, 14.05) 58 P ₂ O ₅ 91 K ₂ O	H: ionitz (23.03) F: tilt 1 (27.04) F: tilt 2 (17.05) R: moddus	64 dt/ha
1-08-94 au 31-07-95	blé, semis combiné avec herse rotative le 18 octobre	déchaumage (13.08), labour (10.09), deux fois vibroculteur (17 et 18 du 10)			

Parcelle n°: 15r

Exploitant:

Nom: Girard
Prénom: Pierre
Rue: ch. Grand-champs 45
NP: 1232 Confignon
Tél.: 771 18 64

Surface: 0.4 ha

Travaux effectués:

La terre végétale et la sous-couche ont été décapées à l'aide d'une chargeuse à chenilles au printemps 1989. La remise en place a été réalisée avec une pelle rétro en automne 91. Cette surface, en bordure de la parcelle 15, a été utilisée comme piste de chantier. Les conditions météorologiques lors de la remise en place étaient défavorables.

Analyse du sol:

a) Physique

Granulométrie: limon argileux (31% d'argile, 35% de silt et 34% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.0	3.2	0.50	0.88	0.69	0.94	0.76	0.52	1.05	1.15
Nov. 94	8.2	/	0.40	0.53	0.56	0.91	0.86	0.48	1.02	1.01
Avril 95	/	2.8	0.57	0.61	0.62	0.98	0.91	0.59	1.18	1.23
Nov. 95	8.1	2.4	0.27	0.58	0.64	1.05	0.64	0.59	1.22	1.21

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <2.5, pauvre; 2.5-6.0, satisfaisant; >6.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	pois	labour et vibro- culteur			
1-08-93 au 31-07-94	blé, semis le 2 novem- bre	herse à disque, vibroculteur, herse rotative	175 N (20.03, 22.04, 14.05) 58 P ₂ O ₅ 91 K ₂ O	H: ionitz (23.03) F: tilt 1 (27.04) F: tilt 2 (17.05) R: moddus	64 dt/ha
1-08-94 au 31-07-95	blé, semis combiné avec herse rotative le 18 octobre	déchaumage (13.08), labour (10.09), deux fois vibroculteur (17 et 18 du 10)			

Remarques: il semble que les travaux et les passages sur la route de chantier aient provoqués des dégâts au système de drainage. Apparition de mouilles sur d'autres parcelles. *La piste de chantier a été construite avec du matériau des Cheneviers. La terre remise en place n'est pas celle qui a été décapée, comme l'atteste les différences de texture et de teneur en nutriments entre la partie remise en place et la partie intacte.*

Parcelle n°: 16

Exploitant:

Nom: Foëx
Prénom: Jean-Pierre
Rue: ch. Vuillonex 43
NP: 1232 Confignon
Tél.: 757 14 00

Surface: 0.7 ha. Cette surface a toujours conservé sa vocation agricole.

Analyse du sol:

a) Physique

Granulométrie: sol limoneux (23% d'argile, 40% de silt et 37% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.1	3.0	1.93	1.46	1.24	1.31	0.68	0.69	0.93	1.67
Nov. 94	8.1	/	1.17	1.10	1.01	1.19	0.77	0.69	0.90	1.69
Avril 95	/	2.2	1.03	1.02	0.82	1.09	0.73	0.72	1.00	1.68
Nov. 95	8.0	2.0	1.33	1.05	1.27	1.49	0.64	0.90	1.13	1.98

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <1.8, pauvre; 1.8-4.0, satisfaisant; >4.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	blé de prin- temps				
1-08-93 au 31-07-94	orge de printemps	labour (10-15 sept- embre) et deux fois vibroculteur (10-15 septembre, milieu mars)	120 N 50 P ₂ O ₅ 75 K ₂ O	H: duplosan	
1-08-94 au 31-07-95	colza, semis le 4 sept- embre	herse à disque, labour, deux fois vibroculteur	90 P ₂ O ₅ 150 K ₂ O	H: devrinol plus	

Parcelle n°: 16r

Exploitant:

Nom: Foëx
Prénom: Jean-Pierre
Rue: ch. Vuillonex 43
NP: 1232 Confignon
Tél.: 757 14 00

Surface: 0.35 ha

Travaux effectués:

La terre végétale a été décapée à l'aide d'une chargeuse à chenilles, au printemps 1989. La remise en place a été effectuée par bandes à l'aide d'une chargeuse à chenilles sur une sous-couche préalablement griffée. La terre végétale était fortement caillouteuse et provenait d'Arare. Cette surface, en bordure de la parcelle 16, a été utilisée comme piste de chantier.

Analyse du sol:

a) Physique

Granulométrie: sol limoneux (22% d'argile, 32% de silt et 46% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.0	3.1	2.30	5.45	0.80	0.94	1.11	0.41	0.77	0.36
Nov. 94	7.9	/	2.47	5.15	0.81	1.03	1.09	0.40	0.82	0.36
Avril 95	/	2.5	1.53	4.44	0.63	0.96	1.00	0.42	0.94	0.38
Nov. 95	7.9	2.1	1.83	5.20	0.85	1.14	1.00	0.43	1.10	0.34

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <1.8, pauvre; 1.8-4.0, satisfaisant; >4.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	blé de printemps				
1-08-93 au 31-07-94	orge de printemps	labour (10-15 septembre) et deux fois vibroculteur (10-15 septembre, milieu mars)	120 N 50 P ₂ O ₅ 75 K ₂ O	H: duplosan	
1-08-94 au 31-07-95	colza, semis le 4 septembre	herse à disque, labour, deux fois vibroculteur	90 P ₂ O ₅ 150 K ₂ O	H: devrinol plus	

Remarques: en 1992, le semis de blé d'automne a échoué. En 1993, M. Foëx voulait semer de l'orge d'automne mais les cailloux n'ont pas été enlevés à temps.

Parcelle n°: 17**Exploitant:**

Nom: Charrière
 Prénom: Bernard
 Rue: ch. des Curiades 4, Lully
 NP: 1233 Bernex
 Tél.: 757 15 89

Surface: 2.3 ha

Travaux effectués:

La terre végétale a été décapée au scraper au printemps 1989. Les conditions météorologiques lors du décapage étaient défavorables. La remise en place de la terre végétale a été effectuée en été et automne 1992, à l'aide d'un scraper et d'une chargeuse à chenilles sur une sous-couche préalablement griffée. Sur une petite partie située au nord-est de la parcelle, un modelage a été réalisé. Cette parcelle a été utilisée pour le stockage des terres. Les tas atteignaient 4 à 5 mètres; le scraper montait sur les tas pour décharger.

Analyse du sol:**a) Physique**

Granulométrie: limon argileux (34% d'argile, 42% de silt et 24% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.2	2.9	0.27	0.99	0.51	0.94	1.10	0.74	1.01	0.94
Nov. 94	8.3	/	0.20	0.58	0.36	0.86	0.95	0.66	1.00	0.79
Avril 95	/	2.6	0.47	0.68	0.72	0.96	1.45	0.80	1.17	1.00
Nov. 95	8.2	2.2	0.03	0.65	0.42	1.03	0.91	0.74	1.23	0.91

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <2.5, pauvre; 2.5-6.0, satisfaisant; >6.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	friche	labour	/	/	/
1-08-93 au 31-07-94	jachère 2 semis en mai	herse rotative	/	/	une tonte
1-08-94 au 31-07-95	jachère 2		/	/	une tonte
1-08-95 au 31-07-96	blé (galaxy) semis début novembre	labour herse rotative	engrais de fond 140 N, 15-20 mars, fin avril	H: au printemps	

Remarques: zones compactées, mouilles. Sol montrant par endroit une structure polyédrique peu favorable. Sol compacté par endroits, surtout au sud de la parcelle. Une partie de 0,4 ha, située au sud de la parcelle, a été sous-solée par M. Donzé (profondeur: 50-60 cm, distance: 100-120 cm). Le travail a été fait le 22 août 1994 dans de bonnes conditions. Par la suite le sol a été travaillé à l'aide d'une herse rotative. Un mélange jachère 1 (200 g/are) et luzerne (100 g/are) a été semé à la main milieu septembre. Les légumineuses n'ont pas levé.

Parcelle n°: 18**Exploitant:**

Nom: Foëx
 Prénom: Jean-Pierre
 Rue: ch. Vuillonex 43
 NP: 1232 Confignon
 Tél.: 757 14 00

Surface: 1.7 ha**Travaux effectués:**

La terre végétale a été décapée au scraper au printemps 1989. Les conditions météorologiques lors du décapage étaient défavorables. La remise en place de la terre végétale a été effectuée en été et automne 1992, à l'aide d'un scrapeur et d'une chargeuse à chenilles sur une sous-couche préalablement griffée. Sur une partie située au sud-est de la parcelle, un modelage a été réalisé. Cette parcelle a été utilisée pour le stockage des terres. Les tas atteignaient 4 à 5 mètres; le scraper montait sur les tas pour décharger.

Analyse du sol:**a) Physique**

Granulométrie: limon argileux (31% d'argile, 42% de silt et 27% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.1	3.0	0.20	0.81	0.62	1.00	0.91	0.56	0.99	0.98
Nov. 94	8.3	/	0.20	0.44	0.55	0.94	0.77	0.63	0.97	1.03
Avril 95	/	2.6	0.37	0.86	0.60	1.16	0.91	0.69	1.09	1.06
Nov. 95	8.1	2.2	0.13	0.70	0.75	1.37	0.91	0.69	1.25	1.10

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <2.5, pauvre; 2.5-6.0, satisfaisant; >6.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-93 au 31-07-94	jachère 2, semis le 17 août	herse à disque	/	/	deux tontes
1-08-94 au 31-07-95	jachère 2	/	/	/	une tonte (mi-juin)
1-08-95 au 31-07-96	blé (arina) semis 1-2 octobre	labour herse rotative	engrais de fond 150 kg N (début mars 15 avril)	H: boxer (automne) F: sur l'épi R: oui	

Remarques: le semis n'a pas levé sur une zone située à l'ouest de la parcelle. Présence de mouilles. *Présence de mouilles sur la parcelle. Le couvert végétal est dominé par les graminées. La luzerne lupuline est peu représentée. En été 1994, 50 m³ de compost ont été épandus. En automne 1995, une tranchée remplie de gravier a été réalisée en bordure sud de la parcelle. En été 1995, un sous-solage (prof. 70 cm, dist. 100cm) a été effectué par M. Donzé sur la moitié sud de la parcelle.*

Parcelle n°: 19**Exploitant:**

Nom: Girardet
 Prénom: Jean-Luc
 Rue: ch. de la Charoyette 2
 NP: 1232 Confignon
 Tél.: 757 13 01

Surface: 1.95 ha**Travaux effectués:**

La terre végétale et la sous-couche ont été décapées au scraper au printemps 1989. Les conditions météorologiques lors du décapage étaient défavorables. La remise en place de la terre végétale et de la sous-couche a été effectuée en été et automne 1992, à l'aide d'un scraper et d'une chargeuse à chenilles. La sous-couche n'a pas été griffée avant la mise en place de la terre végétale. Une petite surface située au sud-est de la parcelle n'a pas été modelée. Cette surface a été utilisée pour les infrastructures de chantier.

Analyse du sol:**a) Physique**

Granulométrie: sol limoneux (29% d'argile, 42% de silt et 29% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.2	2.3	0.10	0.27	0.42	0.69	0.91	0.84	0.97	1.55
Nov. 94	8.3	/	0.17	0.30	0.52	0.91	0.91	0.79	0.92	1.37
Avril 95	/	2.3	0.27	0.34	0.61	1.01	1.00	0.90	1.07	1.66
Nov. 95	8.2	2.2	nd	0.33	0.60	1.04	0.91	0.87	1.19	1.45

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <1.8, pauvre; 1.8-4.0, satisfaisant; >4.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	jachère 1, semis le 4 mai	vibroculteur, herse à dent rouleau	/	/	une tonte
1-08-93 au 31-07-94	jachère 1	/	/	/	deux tontes
1-08-94 au 31-07-95	jachère 1	/	/	/	une tonte (mi-juin)
1-08-95 au 31-07-96	maïs	labour en mars			76 dt/ha

Remarques: jolie jachère tondue deux fois en 1993.

Parcelle n°: 20

Exploitant:

Nom: Girardet
Prénom: Jean-Luc
Rue: ch. de la Charoyette 2
NP: 1232 Confignon
Tél.: 757 13 01

Surface: 3.3 ha

Travaux effectués:

La terre végétale et la sous-couche ont été décapées au scraper au printemps 1989. Les conditions météorologiques lors du décapage étaient défavorables. La remise en place de la terre végétale et de la sous-couche a été effectuée en été et automne 1992, à l'aide d'un scraper et d'une chargeuse à chenilles. La sous-couche n'a pas été griffée avant la mise en place de la terre végétale. Une petite surface située au nord de la parcelle n'a pas été modelée. Cette parcelle est située sur la tranchée couverte.

Analyse du sol:

a) Physique

Granulométrie: sol limoneux (31% d'argile, 42% de silt et 27% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.2	2.5	0.20	0.68	0.64	0.86	2.05	0.64	0.81	0.96
Nov. 94	8.2	/	0.20	0.64	0.52	0.92	0.82	0.64	0.99	0.91
Avril 95	/	2.4	0.23	0.51	0.41	0.89	0.82	0.63	1.07	0.90
Nov. 95	8.2	2.2	0.07	0.53	0.53	1.03	0.91	0.77	1.26	1.14

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <2.5, pauvre; 2.5-6.0, satisfaisant; >6.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-93 au 31-07-94	jachère 1+2 semis le 13 août	cultivateur lourd et vibroculteur	/	/	une tonte (mi-juin)
1-08-94 au 31-07-95	jachère 1+2	/	/	round-up	une tonte
1-08-95 au 31-07-96	blé (arina) semis le 29 septembre 180 kg/ha	labour (31 août- 4 septembre) cultivateur herse rotative avec le semis	deux fois 35 kg P et K (22 sept., 6 mars) 150 kg N (6 mars, 20 mars, 22 avril)	H; banaril, 17 oct. R: 6 mai F: opus à l'épiaison (24 mai)	

Remarques: levée irrégulière et faible pousse. Une partie de la parcelle était cultivée en blé en 1992. Le rendement a juste couvert le travail. *Présence de mouilles.* En été 1994, 50 m³ de compost ont été épandus.

Parcelle n°: 21

Exploitant:

Nom: Dard
Prénom: Fernand
Rue: ch. de Rouelbeau 2, Carre-d'Amont
NP: 1252 Meinier
Tél.: 750 11 66

Surface: 0.5 ha

Travaux effectués:

La terre végétale et la sous-couche ont été décapées au scraper au printemps 1989. Les conditions météorologiques lors du décapage étaient défavorables. La remise en place de la terre végétale a été effectuée en été et automne 1992, à l'aide d'un scraper et d'une chargeuse à chenilles sur une sous-couche préalablement griffée. Cette parcelle a été utilisée pour les infrastructures du chantier.

Analyse du sol:

a) Physique

Granulométrie: limon argileux (33% d'argile, 44% de silt et 23% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.0	3.4	0.23	0.79	0.76	1.13	0.96	0.87	1.04	1.53
Nov. 94	8.3	/	0.20	0.48	0.54	1.03	0.86	0.85	0.98	1.46
Avril 95	/	2.5	0.27	0.39	0.51	1.01	0.82	0.86	1.03	1.67
Nov. 95	8.2	2.3	0.07	0.53	0.44	1.04	0.82	0.80	1.13	1.25

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <2.5, pauvre; 2.5-6.0, satisfaisant; >6.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-93 au 31-07-94	semis début juillet de lu- zerne et chi- corée amère	labour en avril herse rotative	/	H: round up (avril)	
1-08-94 au 31-07-95	luzerne et chicorée am- ère				

Remarques: *la luzerne couvre bien le sol.*

Parcelle n°: 22

Exploitant:

Nom: Jaggi
Prénom: André
Rue: ch. de Tréchaumont
NP: 1232 Confignon
Tél.: 757 24 36

Surface: 0.8 ha

Travaux effectués:

La terre végétale et la sous-couche ont été décapées au scraper au printemps 1989. Les conditions météorologiques lors du décapage étaient défavorables. La remise en place de la terre végétale a été effectuée en été et automne 1992, à l'aide d'un scraper et d'une chargeuse à chenilles sur une sous-couche préalablement griffée. Cette parcelle a été utilisée pour les infrastructures du chantier.

Analyse du sol:

a) Physique

Granulométrie: sol limoneux (30% d'argile, 40% de silt et 30% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.0	3.3	0.20	1.14	1.05	1.25	0.95	0.65	1.06	1.14
Nov. 94	8.2	/	0.30	0.76	0.72	1.11	0.86	0.66	1.03	1.07
Avril 95	/	2.6	0.43	0.66	0.82	1.13	0.91	0.79	1.07	1.52
Nov. 95	8.2	2.5	0.60	1.28	1.16	1.62	0.82	0.70	1.17	1.04

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <1.8, pauvre; 1.8-4.0, satisfaisant; >4.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	jachère 2 semis le 30 avril	vibroculteur herse	/	/	
1-08-93 au 31-07-94	jachère 2	/	/	/	une tonte (mi-juin)
1-08-94 au 31-07-95	jachère 2 maïs (Bea) semis le 18 avril	labour (mi-fév.) vibroculteur 2x	80 P et 120 K (Kalfo- san en novembre) 150 N (nitrate d'am- moniaque, fin avril)	H: round up (oct.) H: Gesaprim (19 avril)	

Parcelle n°: 23**Exploitant:**

Nom: Charrière
 Prénom: Bernard
 Rue: ch. des Curiades 4, Lully
 NP: 1233 Bernex
 Tél.: 757 15 89

Surface: 1.4 ha

Travaux effectués:

La terre végétale a été décapée au scraper au printemps 1989. Les conditions météorologiques lors du décapage étaient défavorables. La remise en place de la terre végétale a été effectuée en été et automne 1992, à l'aide d'un scraper et d'une chargeuse à chenilles sur une sous-couche préalablement griffée. Le tiers ouest de la surface de la parcelle a été modelé. Une partie de la terre végétale provient de la plaine de l'Aire. cette surface a été utilisée pour les infrastructures du chantier et pour le stockage des terres. Les tas atteignaient 4 à 5 mètres; le scraper montait sur les tas pour décharger.

Analyse du sol:**a) Physique**

Granulométrie: limon argileux (32% d'argile, 43% de silt et 25% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.1	3.0	0.17	0.72	0.55	0.94	1.07	0.90	1.07	1.23
Nov. 94	7.8	/	0.13	0.45	0.46	0.93	0.95	0.78	0.98	1.17
Avril 95	/	2.3	0.23	0.55	0.45	0.88	0.91	0.74	1.05	0.99
Nov. 95	8.2	2.3	nd	0.60	0.58	1.14	1.00	0.79	1.28	1.04

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <2.5, pauvre; 2.5-6.0, satisfaisant; >6.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-93 au 31-07-94	friche	/	/	/	/
1-08-94 au 31-07-95	jachère 1	herse rotative	/	/	/
1-08-95 au 31-07-96	blé (galaxy) semis début novembre	labour herse rotative	engrais de fond 140 N, 15-20 mars, fin avril	H: au printemps	

Remarques: présence de mouilles, zones compactées. Lors d'un essai de labour en novembre 1993, le tracteur s'est enfoncé jusqu'aux essieux. *La structure est par endroit polyédrique et peu favorable à l'exploitation agricole. Présence de mouilles. Une partie de 0,6 ha, située au sud de la parcelle, a été sous-solée par M. Donzé (profondeur: 50-60 cm, distance: 100-120 cm). Le travail a été fait le 23 août 1994 dans de bonnes conditions. Par la suite le sol a été travaillé à l'aide d'une herse rotative. Un mélange jachère 1 (200 g/are) et luzerne (100 g/are) a été semé milieu septembre. Les légumineuses n'ont pas levé.*

Parcelle n°: 24

Exploitant:

Nom: Girardet
Prénom: Jean-Luc
Rue: ch. Charoyette 2
NP: 1232 Conflignon
Tél.: 757 13 01

Surface: 1.8 ha

Travaux effectués:

La terre végétale a été décapée à l'aide d'un bulldozer en été 1988. La remise en place, en automne 1992, a été réalisée au bulldozer, sur une sous-couche préalablement griffée. Sur cette parcelle un léger modelage a été effectué, en ajoutant 30 cm de sous-couche. Cette parcelle a été utilisée pour le stockage des terres.

Analyse du sol:

a) Physique

Granulométrie: sol limoneux (26% d'argile, 38% de silt et 36% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.1	2.3	0.37	0.83	0.44	0.75	0.71	0.34	0.99	0.56
Nov. 94	7.6	/	0.20	0.42	0.37	0.76	0.68	0.36	0.98	0.51
Avril 95	/	2.3	0.37	0.57	0.51	0.92	0.73	0.38	1.09	0.51
Nov. 95	8.2	1.6	nd	0.35	0.33	0.78	0.64	0.44	1.16	0.58

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <1.8, pauvre; 1.8-4.0, satisfaisant; >4.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	jachère 2 semis le 7 mai	herse bêche, vibroculteur	/	/	une tonte
1-08-93 au 31-07-94	jachère 2	/	/	/	une tonte
1-08-94 au 31-07-95	jachère 2	/	/	/	une tonte

Remarques: entre la fin des travaux et le semis, la parcelle s'est salie (colza). Attention aux surprises lors du labour (pierres). *En 1996, la moitié sud de la parcelle était occupée par du blé. Le rendement a été satisfaisant.*

Parcelle n°: 25

Exploitant:

Nom: Baudit
Prénom: Jacques
Rue: rte Pré-Marais 33
NP: 1233 Bernex
Tél.: 757 51 76

Surface: 1.8 ha

Travaux effectués:

La terre végétale a été décapée avec une chargeuse à chenille en été 1988. La remise en place, en automne 1992, a été effectuée par bandes à l'aide d'une chargeuse à chenilles, sur une sous-couche préalablement griffée. Lors de la remise en place de la terre végétale, la chargeuse à chenilles a roulé partiellement sur la sous-couche griffée. Un léger modelage a été réalisé sur les deux tiers nord de la parcelle. Cette parcelle a été utilisée pour le stockage des terres et de déblais.

Analyse du sol:

a) Physique

Granulométrie: sol limoneux (23% d'argile, 41% de silt et 36% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	7.8	2.6	0.43	0.90	0.65	0.69	0.85	0.29	1.11	0.41
Nov. 94	7.6	/	0.33	0.60	0.45	0.63	0.86	0.29	1.03	0.34
Avril 95	/	2.1	0.37	0.49	0.39	0.66	0.82	0.40	1.07	0.51
Nov. 95	8.1	2.0	0.10	0.58	0.44	0.73	0.73	0.38	1.25	0.46

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <1.8, pauvre; 1.8-4.0, satisfaisant; >4.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-93 au 31-07-94	blé, semis le 13 novembre	labour (20 août)	100 P ₂ O ₅ 120 K ₂ O	/	rendement faible
1-08-94 au 31-07-95	pois	sous-solage à 50 cm (fin nov- embre), labour (début décembre)			

Remarques: la partie nord-est de la parcelle était détrempée en automne 1993. *Le semis de blé n'a pas levé d'une manière régulière. Le blé n'a pas levé sur une zone située au nord-est de la parcelle. Cette parcelle a été drainée sur sa moitié nord en novembre 1994.*

Parcelle n°: 26**Exploitant:**

Nom: Nouvelle
 Prénom: Antoine
 Rue: rte de Bernex 360
 NP: 1233 Bernex
 Tél.: 757 29 24

Surface: 1.7 ha**Travaux effectués:**

La terre végétale a été décapée au printemps 1988, à l'aide d'une chargeuse à chenilles. Les conditions météorologiques étaient défavorables (pluies, terrain détrempe). La remise en place, en automne 1992, a été réalisée par bandes avec une chargeuse à chenilles, sur une sous-couche préalablement griffée. Lors de la remise en place de la terre végétale, la chargeuse à chenilles a roulé partiellement sur la sous-couche griffée. La terre végétale provient du chantier du centre artisanal de Bernex, en bordure de la route de Chancy. Cette parcelle a été utilisée pour le stockage des terres.

Analyse du sol:**a) Physique**

Granulométrie: limon argileux (33% d'argile, 40% de silt et 27% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.1	2.9	0.17	0.64	0.36	0.75	0.73	0.72	1.11	0.88
Nov. 94	7.8	/	0.17	0.37	0.34	0.73	0.77	0.42	1.05	0.57
Avril 95	/	2.5	0.23	0.45	0.33	0.75	0.73	0.42	1.06	0.63
Nov. 95	8.2	2.3	nd	0.40	0.27	0.76	0.64	0.43	1.18	0.59

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <2.5, pauvre; 2.5-6.0, satisfaisant; >6.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-93 au 31-07-94	friche	/	/	/	/
1-08-94 au 31-07-95	jachère 1, semis combiné avec herse rotative en octobre	herse à disque	/	/	

Remarques: parcelle salie par des adventices. Epierrage nécessaire. A cause d'un automne très pluvieux, l'installation d'une culture n'a pas été possible en 1993. En 1995, cette parcelle a été convertie en PESTAG. *Structure par endroit polyédrique, peu favorable à l'exploitation agricole. Présence de mouilles. Au printemps 1995 un sursemis de raygrass anglais (Madera, 15 kg), de luzerne (5 kg) et de trèfle violet courte durée (Marino, 5 kg) a été effectué par L. Fontanel sur la moitié ouest de la parcelle. Sur la moitié est, un sursemis de moutarde (Vitasso, 5 kg) a été réalisé. Le semis a été réalisé à l'aide d'un semoir à engrais, sans travail préalable du sol. Après le semis, la parcelle a été roulée. Si la moutarde n'a pas pu s'installer en 1995, le mélange trèfle graminée a bien recouvert le sol.*

Parcelle n°: 27**Exploitant:**

Nom: Chevalley
 Prénom: Marc-André
 Rue: rte de Loëx 157
 NP: 1233 Bernex
 Tél.: 757 52 26

Surface: 0.8 ha

Travaux effectués:

La terre végétale a été décapée au printemps 1987 à l'aide d'une chargeuse à chenilles. Les conditions météorologiques lors du décapage étaient bonnes. La remise en place, en automne 1991, a été réalisée avec une chargeuse à chenilles. Cette parcelle a été utilisée pour le stockage des terres.

Analyse du sol:**a) Physique**

Granulométrie: limon argileux (38% d'argile, 48% de silt et 14% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.2	2.8	0.20	0.51	0.55	0.75	1.05	0.72	0.96	2.57
Nov. 94	7.8	/	0.20	0.35	0.45	0.94	0.82	0.63	1.09	0.94
Avril 95	/	2.6	0.23	0.13	0.34	0.88	0.82	0.99	1.18	2.01
Nov. 95	8.2	2.6	nd	0.10	0.36	0.95	0.64	0.77	1.32	1.31

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <2.5, pauvre; 2.5-6.0, satisfaisant; >6.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	jachère		/	/	
1-08-93 au 31-07-94	orge, semis combiné avec herse rotative le 15 mars	labour (15-20 février), vibroculteur	80 N	/	
1-08-94 au 31-07-95	mélange four-rager 430 (M) semis le 2 septembre	déchaumage (herse à disque, le 3 juillet)	70 P ₂ O ₅ 70 K ₂ O 30 m ³ /ha purin en mai	/	deux coupes (3 mai et 27 juin) et une pâture (8-12 août)

Remarque: de la terre limoneuse a été ramenée en été 1993. Une bande située en bordure nord-ouest de la parcelle, sous laquelle passe une conduite de gaz, n'a pas été décapée.

Parcelle n°: 28

Exploitant:

Nom: Chevalley
Prénom: Marc-André
Rue: rte de Loëx 157
NP: 1233 Bernex
Tél.: 757 52 26

Surface: 1.1 ha

Travaux effectués:

La terre végétale a été décapée au printemps 1987 à l'aide d'une chargeuse à chenilles. Les conditions météorologiques lors du décapage étaient bonnes. La remise en place, en automne 1991, a été réalisée avec une chargeuse à chenilles. La bordure est de la parcelle a été drainée en été 1995. Cette parcelle a été utilisée pour le stockage des terres.

Analyse du sol:

a) Physique

Granulométrie: sol limoneux (34% d'argile, 39% de silt et 27% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.2	3.3	0.10	0.47	0.62	1.00	0.95	1.27	1.12	2.73
Nov. 94	7.8	/	0.13	0.14	0.52	0.99	0.86	1.08	1.11	2.08
Avril 95	/	3.3	0.17	0.12	0.47	0.93	0.91	1.27	1.14	2.83
Nov. 95	8.2	2.6	nd	0.10	0.44	0.94	0.73	1.27	1.26	2.56

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <2.5, pauvre; 2.5-6.0, satisfaisant; >6.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	jachère		/	/	
1-08-93 au 31-07-94	orge, semis combiné avec herse rotative le 9 octobre	labour (2.07) vibroculteur (16.08)	130 N	H: isoproturon (3.03) F: /	47 dt/ha
1-08-94 au 31-07-95	mélange four- rager 430 (M) semis le 2 septembre	déchaumage (herse à disque, le 3 juil- let)	70 P ₂ O ₅ 70 K ₂ O		

Remarques: le terrain est irrégulier.

Parcelle n°: 29

Exploitant:

Nom: Chevalley
Prénom: Marc-André
Rue: rte de Loëx 157
NP: 1233 Bernex
Tél.: 757 52 26

Surface: 1.2 ha

Travaux effectués:

La terre végétale a été décapée au printemps 1987 à l'aide d'une chargeuse à chenilles. Les conditions météorologiques lors du décapage étaient bonnes. La remise en place, en automne 1992, a été réalisée avec une chargeuse à chenilles. Les conditions météorologiques lors de la remise en place étaient défavorables. Sur la tranchée couverte, la sous-couche a été décapée et un modelage a été réalisé. Cette parcelle a été utilisée en partie pour le stockage des terres; la portion est située sur la tranchée couverte. Un tas de sous-sol avait une hauteur excessive de plus de 5 mètres et était situé en bordure nord-ouest de la parcelle.

Analyse du sol:

a) Physique

Granulométrie: limon argileux (33% d'argile, 40% de silt et 27% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.1	3.1	0.07	0.59	0.44	0.81	0.83	0.72	1.10	0.99
Nov. 94	7.8	/	0.07	0.24	0.36	0.86	0.73	0.60	1.11	1.07
Avril 95	/	3.3	0.13	0.14	0.41	0.94	0.82	0.79	1.17	1.66
Nov. 95	8.2	2.7	nd	0.13	0.35	0.90	0.73	0.70	1.29	1.06

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <2.5, pauvre; 2.5-6.0, satisfaisant; >6.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	luzerne semis le 10 avril	chisel, herse à disque, vibrocul- teur, rouleau	250 K ₂ O	/	2 coupes
1-08-93 au 31-07-94	luzerne	/	/	/	3 coupes
1-08-94 au 31-07-95	luzerne	/	/	/	3 coupes

Remarques: présence de pierres et de matériel de chantier. Présence de mouilles. *En 1995, un drainage a été réalisé sur la moitié est de la parcelle.*

Parcelle n°: 30

Exploitant:

Nom: Chevalley
Prénom: Marc-André
Rue: rte de Loëx 157
NP: 1233 Bernex
Tél.: 757 52 26

Surface: 5 ha

Travaux effectués:

La terre végétale a été décapée au printemps 1987 à l'aide d'une chargeuse à chenilles. Les conditions météorologiques lors du décapage étaient bonnes. La remise en place, au printemps 1990, a été réalisée avec une chargeuse à chenilles sur une sous-couche préalablement griffée. Sur la tranchée couverte, la sous-couche a été décapée et un modelage a été réalisé sur la moitié nord de la parcelle. Une partie de cette parcelle a été utilisée pour le stockage des terres.

Analyse du sol:

a) Physique

Granulométrie: limon argileux (33% d'argile, 42% de silt et 25% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve	disponible	réserve
Mars 94	8.1	3.0	0.33	0.69	0.58	0.94	0.82	0.74	1.03	1.31
Nov. 94	7.9	/	1.17	0.67	0.57	0.98	0.82	0.66	1.05	1.13
Avril 95	/	2.7	0.40	0.54	0.52	0.88	0.91	0.79	1.10	1.45
Nov. 95	8.0	2.4	0.23	0.70	0.67	1.20	0.73	0.70	1.11	1.03

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <2.5, pauvre; 2.5-6.0, satisfaisant; >6.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	blé				
1-08-93 au 31-07-94	orge, semis combiné avec herse rotative le 22 septembre	chisel (2.08) labour (2.09) herse à disque (2.07)	130 N 60 P ₂ O ₅ 90 K ₂ O	H: isoproturon (7.03) F: /	45 dt/ha
1-08-94 au 31-07-95	colza, semis combiné avec herse rotative le 30 août	labour et hersage (12 août)	80 P ₂ O ₅ 80 K ₂ O	H: devrinol	

Remarque: beaucoup de cailloux, hétérogène.

Parcelle n°: 31

Exploitant:

Nom: Grosjean
Prénom: Michel
Rue: ch. de Merdisel 81
NP: 1242 Satigny
Tél.: 753 18 23

Surface: 1.9 ha

Travaux effectués:

La terre végétale a été décapée avec une chargeuse à chenilles en automne 1986. La remise en place, en automne 1992, a été réalisée à l'aide d'une chargeuse à chenilles. Cette parcelle a été utilisée pour le stockage des terres et pour les infrastructures du chantier.

Analyse du sol:

a) Physique

Granulométrie: sol limoneux (21% d'argile, 32% de silt et 47% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			H ₂ O	Ac-EDTA	H ₂ O	Ac-EDTA	H ₂ O	Ac-EDTA	H ₂ O	Ac-EDTA
Mars 94	8.0	2.9	0.37	0.92	0.55	0.56	0.76	0.33	0.98	0.59

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: <2.5, pauvre; 2.5-6.0, satisfaisant; >6.0, riche

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-92 au 31-07-93	jachère 2 semis début avril	chisel, vibrocu- teur, rouleau	/	/	/
1-08-93 au 31-07-94	jachère 2	/	/	/	/
1-08-94 au 31-07-95	blé				

Remarques: un arrachage des lampées (*Rumex obtusifolius*) a été effectué. Les travaux effectués semblent avoir modifier l'exutoire d'une source, qui se trouverait maintenant sur la parcelle.

Parcelle n°: 32

Exploitant:

Nom: Mermillod
Prénom: Jaques
Rue: rte des Fayards 107
NP: 1239 Collex
Tél.: 774 34 12

Surface: 0.7

Travaux effectués:

La terre végétale et la sous-couche ont été décapées avec une chargeuse à chenilles en automne 1986. La remise en place en été 1990 de la terre végétale et de la sous-couche, provenant toutes deux d'une parcelle apte à la culture de la vigne, a été effectuée à l'aide d'une pelle rétro. Cette parcelle a été utilisée pour les infrastructures du chantier.

Analyse du sol:

1. 0-30 cm

a) Physique

Granulométrie: sol limoneux (27% d'argile, 35% de silt et 38% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			H ₂ O	Ac-EDTA	H ₂ O	Ac-EDTA	H ₂ O	Ac-EDTA	H ₂ O	Ac-EDTA
Mars 94	8.2	2.5	0.12	0.48	0.57	0.81	0.52	1.11	1.56	2.30

2. 30-60 cm

a) Physique

Granulométrie: sol limoneux (28% d'argile, 32% de silt et 40% de sable)

b) Chimique

Dates	pH	MO	P		K		Mg		Ca	
			H ₂ O	Ac-EDTA	H ₂ O	Ac-EDTA	H ₂ O	Ac-EDTA	H ₂ O	Ac-EDTA
Mars 94	8.1	2.4	0.12	0.43	0.37	0.69	0.50	1.11	1.56	2.19

Barème d'appréciation pour P, K, Mg, Ca: <0.2, très faible; 0.2-0.7, faible; 0.7-1.2, correct; 1.2-1.7, fort; 1.7-2, très fort; >2, excessif

Barème d'appréciation pour le pH: 6.8-7.2, neutre; 7.3-7.6, faiblement alcalin; >7.6 alcalin

Barème d'appréciation pour la MO: 1.4-2.1, faible; 2.2-2.7, moyen faible; 2.7-3.5, correct

Pratiques culturales:

Période	Culture	Travail du sol	Fumure	Traitement	Récolte
1-08-91 au 31-07-92	vigne, plan- tée du 3 au 7 mai	sur la ligne sous- soleuse et moto- culteur		H: roundup	
1-08-92 au 31-07-95	vigne	/			

Remarques: belle réussite. En 1994, la vigne montrait une bonne vigueur.

Tableau 1 et 2: résultats détaillés des estimations de rendements effectuées en 1994 et 1995. SR signifie sol remis, SI sol intact. Epi/ligne est le nombre d'épi par ligne sur un mètre, PGB est le poids des grains au battage, SR est la surface récoltée, R15% est le rendement à 15% d'humidité en décitonnes par hectare, PMG est le poids des mille grains, gr/épi est le nombre de grains par épi, p/épi est le poids par épi et P/Hl est le poids à l'hectolitre.

Tableau 1

tableau 1																			
par. cult.		tr.	Rép.	épi/ligne						PGB	H ₂ O	SR	R15%	PMG 15%	gr/épi	p/épi	P/Hl		
										(g)	(%)	(m ²)	(dt/ha)	(g)			(g)	(kg)	
2	blé	SR	1	75	80	76	78	/	/	488	13.6	0.70	70.9	48.9	48.6	32.9	1.61	84.3	
			2	82	79	98	59	/	/	537	13.0	0.70	78.5	47.3	47.7	36.4	1.73	84.6	
			3	69	73	69	82	/	/	431	13.0	0.72	61.3	46.4	46.8	32.3	1.51	82.1	
		SI	1	98	81	117	69	/	/	628	16.0	0.72	86.2	47.9	48.3	35.3	1.70	83.1	
			2	83	74	72	92	/	/	527	15.4	0.72	72.8	45.6	47.7	35.0	1.63	83.6	
			3	93	40	82	71	/	/	599	19.2	0.72	79.1	48.6	47.1	41.6	1.99	81.8	
3	colza	SR	1	/	/	/	/	/	/	/	7000	27	4.6	4.2	/	/	/		
		SI	1	/	/	/	/	/	/	/	4200	38	4.5	4.6	/	/	/		
14	blé	SR	1	54	48	52	34	37	52	454	15.5	0.72	62.7	42.3	41.2	39.0	1.63	77.8	
			2	56	50	69	47	47	60	618	20.0	0.72	80.8	40.1	40.9	43.6	1.77	77.0	
			3	56	36	44	35	37	44	412	20.0	0.72	63.8	39.5	39.2	39.1	1.54	73.7	
			SI	1	73	59	58	60	74	75	578	16.3	0.72	79.1	33.7	31.9	43.6	1.43	76.7
				2	82	66	71	76	51	55	699	13.9	0.84	84.3	35.7	37.0	48.7	1.77	80.1
				3	100	84	33	74	82	77	850	15.2	0.96	88.3	39.2	36.8	49.6	1.88	79.6
15	blé	SR	1	57	55	52	50	62	45	483	17.0	0.75	62.8	47.7	47.5	30.8	1.47	82.3	
			2	53	57	59	53	49	63	479	14.7	0.72	66.8	45.2	46.0	31.6	1.44	82.9	
			3	50	53	110	48	52	46	447	13.9	0.72	62.9	44.9	46.1	27.7	1.26	83.8	
			SI	1	62	66	83	63	86	72	601	15.7	0.75	79.5	43.1	42.7	32.1	1.38	81.9
				2	51	36	76	84	85	67	507	13.8	0.72	71.4	45.2	44.4	28.8	1.29	82.6
				3	62	84	94	58	69	54	530	14.4	0.72	74.1	41.3	41.5	30.6	1.27	82.1

Tableau 2

par. cult.		tr.	Rép.	épi/ligne						PGB (g)	H ₂ O (%)	SR (m ²)	R15% (dt/ha)	PMG 15% (g)			gr/épi	p/épi (g)	P/Hl (kg)
2a	orge	SR	1	59	69	61	83	74	41	612	12.1	1.08	59	35.7	35.1	/	46.3	1.64	81.8
			2	92	36	80	98	84	30	694	12.2	1.08	66	34.5	35.7	/	48.6	1.71	82.9
			3	39	81	69	89	74	88	794	11.9	1.08	76	35.7	35.4	/	52.6	1.87	81.4
		SI	1	80	56	69	55	55	42	662	12.0	1.20	57	35.8	35.7	/	53.7	1.92	79.5
			2	105	77	51	60	86	102	844	11.8	1.08	81	35.3	36.3	/	50.9	1.82	79.0
			3	113	93	67	70	116	39	903	12.2	1.20	78	36.1	35.3	/	52.5	1.87	79.8
3	blé	SR	1	61	47	61	54	52	68	531	13.0	0.76	70	36.8	37.9	/	42.4	1.58	81.4
			2	105	74	55	81	87	71	602	12.8	0.84	72	34.0	33.7	/	38.6	1.31	81.8
			3	77	80	67	71	69	59	550	12.8	0.80	69	33.4	33.1	/	40.1	1.33	81.8
		SI	1	72	51	77	74	51	68	401	12.4	0.72	56	29.1	28.6	/	36.4	1.05	76.0
			2	81	79	67	108	71	54	501	12.9	0.76	66	31.0	31.0	/	36.1	1.12	79.6
			3	61	83	47	78	62	57	456	12.5	0.72	63	32.1	32.4	/	37.5	1.21	79.5
13	maïs	SR	1	20	/	/	/	/	/	1313	/	2.25	58	275	274	271	240	65.7	/
			2	14	/	/	/	/	/	1087	/	2.25	48	289	276	279	276	77.6	/
			3	13	/	/	/	/	/	1209	/	2.25	54	296	305	302	309	93.0	/
		SI	1	15	/	/	/	/	/	1122	/	2.25	50	290	293	289	257	74.8	/
			2	16	/	/	/	/	/	1163	/	2.25	52	274	272	271	267	72.7	/
			3	16	/	/	/	/	/	1568	/	2.25	70	280	299	296	336	98.0	/
14	maïs	SR	1	19	/	/	/	/	/	1694	/	2.25	75	274	264	275	329	89.2	/
			2	12	/	/	/	/	/	1730	/	2.25	77	310	310	309	466	144.2	/
			3	16	/	/	/	/	/	1978	/	2.25	89	284	287	280	436	123.6	/
		SI	1	14	/	/	/	/	/	2120	/	2.25	96	302	300	316	495	151.4	/
			2	17	/	/	/	/	/	2660	/	2.25	118	325	319	306	494	156.5	/
			3	14	/	/	/	/	/	2184	/	2.25	97	314	317	313	496	156.0	/
15	blé	SR	1	67	69	78	58	56	51	384	13.1	0.74	62	40.1	40.4	/	25.7	1.04	86.6
			2	47	58	53	45	56	51	323	13.2	0.70	47	40.8	40.0	/	26.3	1.06	87.1
			3	46	46	51	57	45	48	299	13.0	0.66	46	40.5	39.7	/	26.1	1.04	87.2
		SI	1	49	75	130	69	52	67	640	13.2	0.80	82	41.2	39.7	/	36.6	1.48	87.0
			2	55	41	70	38	101	42	526	13.7	0.68	79	40.9	38.9	/	38.6	1.54	86.6
			3	44	54	110	37	31	54	495	13.6	0.67	76	41.2	38.4	/	38.4	1.52	86.7
22	maïs	SR	1	15	/	/	/	/	/	1352	/	2.25	60	318	313	322	284	90.1	/
			2	22	/	/	/	/	/	1965	/	2.25	87	300	300	309	295	89.3	/
			3	18	/	/	/	/	/	1579	/	2.25	70	294	292	291	300	87.7	/
		SI	1	24	/	/	/	/	/	2420	/	2.25	108	325	322	336	308	100.8	/
			2	15	/	/	/	/	/	1835	/	2.25	82	330	329	330	371	122.3	/
			3	22	/	/	/	/	/	930	/	2.25	41	247	253	254	168	42.3	/
22*	maïs	SR	1	22	/	/	/	/	/	2198	/	2.25	98	312	312	317	319	99.9	/
			2	24	/	/	/	/	/	1872	/	2.25	83	281	287	284	275	78.0	/
			3	23	/	/	/	/	/	1769	/	2.25	79	296	292	290	263	76.9	/
		SI	1	23	/	/	/	/	/	2309	/	2.25	103	322	321	324	311	100.4	/
			2	18	/	/	/	/	/	1101	/	2.25	49	277	273	270	224	61.2	/
			3	16	/	/	/	/	/	1314	/	2.25	58	277	278	278	296	82.1	/

Tableau 3: résultats détaillés des estimations de rendements effectuées en 1996. SR signifie sol remis, SI sol intact. S signifie sous-solé et NS non sous-solé. M signifie "zone à croissance perturbée au printemps". R est la parcelle de référence, ayant toujours conservé sa vocation agricole. PGB est le poids des grains au battage, SR est la surface récoltée. R15% est le rendement à 15% d'humidité en décitonnes par hectare. PMG est le poids des mille grains. Gr/épi est le nombre de grains par épi, p/épi est le poids par épi, P/hl est le poids à l'hectolitre. Epi/ligne est le nombre d'épi par ligne sur un mètre.

par.	cult.	tr.	Rép.	épi/ligne					PGB (g)	H ₂ O (%)	SR (m ²)	R15% (dt/ha)	PMG 15% (g)			gr/épi	p/épi (g)	P/Hl (kg)	
2	blé	SR	1	119	107	136	139	126	121	774	13.0	1.08	73	37.2	37.9	35.8	28.6	1.06	88.6
			2	102	119	120	92	117	123	870	12.8	1.08	83	42.6	42.6	42.6	31.2	1.33	88.9
			3	121	135	140	123	83	123	774	12.2	1.08	74	40.3	41.5	40.8	27.0	1.10	89.9
		SI	1	147	124	80	128	115	107	871	13.0	1.08	83	40.6	41.8	39.7	31.3	1.27	88.5
			2	92	103	141	102	128	141	805	12.7	1.08	77	38.6	40.0	40.4	29.5	1.17	88.7
			3	100	118	59	149	149	141	810	13.1	1.08	77	41.6	39.6	41.1	28.4	1.16	88.6
3	orge	SR	1	84	59	42	60	53	43	352	12.7	0.78	46	32.7	32.3	32.1	32.8	1.06	72.8
			2	63	39	47	65	46	44	164	12.7	0.78	22	29.7	29.9	30.0	18.6	0.55	/
			3	49	48	66	62	46	50	262	12.5	0.78	36	32.1	32.5	31.9	26.1	0.84	71.5
		SI	1	53	51	53	35	49	76	267	12.7	0.78	36	32.9	33.8	33.8	25.8	0.87	69.4
			2	47	55	60	66	59	49	275	12.8	0.78	36	31.7	32.6	32.7	26.0	0.84	70.4
			3	60	57	50	60	63	56	414	13.2	0.78	64	33.5	34.6	34.4	35.8	1.22	72.2
14	blé	SR	1	47	46	42	37	45	52	260	12.6	0.72	37	16	16	17.4	60.7	0.99	78.6
			2	59	47	61	61	50	73	511	12.6	0.72	73	24	25	26.7	59.5	1.50	84.0
			3	84	61	44	59	59	58	594	12.5	0.72	85	29	31	30.3	56.1	1.68	85.5
		SI	1	61	88	65	79	70	94	556	12.3	0.72	80	20	20	22.2	61.2	1.26	84.0
			2	76	82	79	92	72	71	570	12.0	0.72	82	26	28	26.2	46.7	1.25	84.9
			3	79	66	72	75	66	83	656	12.2	0.72	94	27	26	25.9	58.1	1.54	84.7
15	orge	SR	1	70	52	51	56	52	52	312	12.8	0.72	44	34	33	34.0	28.6	0.96	74.7
			2	48	55	42	60	50	33	342	13.1	0.72	49	36	37	34.9	34.0	1.21	77.2
			3	43	46	49	56	69	37	268	13.1	0.72	38	31	33	32.5	28.4	0.91	77.1
		SI	1	75	59	43	61	54	77	432	13.0	0.72	61	34	35	34.2	34.7	1.20	73.7
			2	62	51	69	73	62	58	542	13.0	0.72	77	38	37	38.8	39.1	1.48	77.1
			3	86	93	85	69	95	74	578	13.0	0.72	82	35	34	33.9	34.5	1.18	76.8
16	blé	SR	1	102	96	122	130	104	123	586	11.7	0.84	73	32.7	32.6	32.6	27.6	0.90	88.3
			2	105	94	106	111	96	42	515	11.8	0.84	64	34.0	33.5	32.2	29.0	0.96	87.9
			3	92	95	85	109	105	132	558	11.9	0.84	69	32.8	32.0	31.9	29.0	0.94	88.0
		SI	1	44	135	135	139	50	138	582	11.9	0.84	72	37.4	35.7	37.1	25.6	0.94	89.1
			2	99	103	118	99	124	111	626	12.1	0.84	77	36.7	38.4	37.1	26.5	0.99	89.5
			3	106	98	121	62	120	117	573	12.0	0.84	71	33.9	35.3	34.4	27.5	0.95	88.5
17	blé	SS	1	80	77	102	73	78	80	672	13.0	1.08	64	38.6	37.8	39.2	36.4	1.40	85.1
			2	99	95	111	106	72	104	722	12.9	1.08	69	35.8	37.0	36.6	34.6	1.26	84.4
			3	83	77	97	79	89	96	734	13.0	1.08	70	37.8	41.6	40.6	36.1	1.44	84.5
		NS	1	43	52	84	82	76	65	283	12.4	1.08	27	28.5	28.5	27.8	25.7	0.73	77.9
			2	101	109	108	97	100	103	861	13.1	1.08	82	40.9	41.1	40.7	34.8	1.42	86.4
			3	86	88	96	101	97	98	777	13.0	1.08	74	37.8	40.1	38.8	36.1	1.41	85.4
18	blé	M	1	77	87	94	106	115	93	530	12.4	0.84	65	34.9	34.7	35.5	27.2	0.95	87.4
			2	71	67	75	99	74	72	441	12.9	0.84	64	28.5	29.3	28.7	34.2	0.99	84.4
			3	72	65	58	107	86	85	511	12.8	0.84	62	33.9	34.8	35.0	32.1	1.11	86.3
		B	1	99	106	112	98	74	82	565	12.4	0.84	69	36.3	35.3	34.4	28.9	1.02	87.7
			2	99	77	69	73	96	93	484	12.0	0.84	60	35.0	33.2	33.8	29.1	0.99	87.3
			3	93	80	78	96	82	115	562	11.9	0.84	69	34.7	34.0	37.4	30.3	1.07	87.0
20	blé	M	1	70	71	57	86	82	71	538	13.1	0.90	61	39.6	39.3	40.6	31.6	1.26	87.2
			2	67	70	91	84	76	64	444	12.8	0.90	61	36.4	37.0	35.6	27.7	1.01	87.4
		B	1	88	107	58	93	97	107	714	12.4	0.90	82	44.0	45.6	44.8	29.9	1.34	88.0
			2	60	62	72	71	54	75	453	12.9	0.90	62	38.5	38.2	38.7	30.6	1.18	87.4
			3	127	98	50	82	64	83	611	11.5	0.90	71	41.0	41.2	40.5	30.9	1.26	89.7
			4	81	80	91	64	93	62	526	11.4	0.90	61	37.4	36.7	37.2	31.4	1.16	89.4
22	blé	SR	1	78	68	76	83	76	93	558	12.0	0.72	80	39.2	37.4	38.6	31.7	1.22	87.8
			2	92	63	81	50	74	105	551	12.3	0.72	79	36.8	39.5	37.0	32.4	1.22	86.9
			3	80	75	86	90	76	76	488	12.3	0.72	70	33.9	36.1	34.6	29.9	1.04	86.8
		SI	1	55	60	69	70	83	97	479	12.6	0.72	68	42.3	43.4	43.0	26.4	1.13	86.3
			2	84	86	78	72	98	73	601	12.6	0.72	86	42.1	42.1	42.5	29.8	1.26	87.7
			3	98	84	67	77	59	93	617	12.3	0.72	88	39.1	39.5	38.9	34.0	1.33	87.8
23	blé	SS	1	92	90	68	60	77	89	341	12.8	1.08	32	27.7	28.1	28.0	26.3	0.73	78.6
			2	75	96	91	101	95	96	461	13.0	1.08	44	30.1	29.5	30.6	28.3	0.85	83.1
			3	80	93	97	69	82	73	621	12.9	1.08	69	33.8	35.2	34.9	37.2	1.29	85.3
		NS	1	111	74	53	83	83	103	523	12.9	1.08	60	36.1	34.7	37.3	29.3	1.06	84.0
			2	48	63	55	61	75	93	542	13.3	1.08	61	34.7	35.7	34.8	39.9	1.40	84.0
			3	88	98	92	104	99	102	502	12.8	1.08	48	32.8	32.6	31.3	27.4	0.88	82.4
R	SI	1	107	76	106	96	80	100	426	11.2	0.80	66	31.1	29.3	32.0	25.6	0.79	87.7	
		2	90	101	91	85	97	110	580	12.9	0.86	69	38.1	36.7	36.5	27.9	1.04	87.3	
		3	96	76	44	121	134	118	545	12.8	0.86	66	37.6	36.9	38.1	25.3	0.95	87.4	

Tableau 4: résultats détaillés des densités apparentes et des perméabilités mesurées sur la parcelle 23. Les chiffres entre parenthèses n'ont pas été pris en considération pour le calcul.

Densité apparente de la terre fine (t/m ³)						Perméabilité (cm/j)					
Profondeur (cm)						Profondeur (cm)					
20		50		100		20		50		100	
site E	site F	site E	site F	site E	site F	site E	site F	site E	site F	site E	site F
1.33	1.66	1.32	1.64	1.73	1.59	163	5.5	328	(0)	0.60	2.60
1.35	1.69	1.56	1.65	1.80	1.65	80	(176)	35	(0)	(0)	1.40
1.42	1.73	1.37	1.62	1.75	1.66	132	2.1	67	(11)	0.06	0.40
1.28	1.66	1.32	1.63	1.74	1.60	266	14.7	276	(0)	0.35	0.16
1.27	1.54	1.50	1.61	1.81	1.64	197	(0)	129	(0)	(0)	0.31
1.26	1.73	1.40	1.65	1.78	1.63	560	3.9	20	0.03	6.70	0.47
1.35	1.68	1.52	1.65	1.75	1.61	172	1.2	124	0.07	0.50	0.16
/	1.55	1.52	1.60	1.77	1.63	/	(778)	211	(0)	5.40	0.23
1.32*	1.67	1.43	1.64	1.77	1.63	187**	3.9	105	0.05	0.8	0.4

* moyenne

** inverse du logarithme de la moyenne du logarithme en base 10 des valeurs

Tableau 5: Précipitations mensuelles pour les années 1985 à 1995.

Années	mois												Total
	janv.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	
norme*	87.9	88.3	86.0	68.7	80.8	94.0	71.6	83.0	84.3	79.5	97.0	94.4	1015.5
1985	102.0	90.3	78.9	72.2	97.9	151.4	67.7	67.8	6.0	2.1	67.5	43.7	847.5
1986	124.8	53.0	55.2	137.6	55.2	66.1	56.1	88.3	61.7	60.3	51.7	78.8	888.8
1987	42.8	65.5	47.1	52.7	88.3	196.5	89.8	74.5	50.8	105.2	58.7	40.4	912.3
1988	93.2	82.4	112.2	56.2	98.8	30.9	43.3	62.8	62.9	160.1	41.3	65.7	909.8
1989	8.0	74.3	66.8	94.4	23.2	9.9	46.4	27.6	30.2	41.3	59.3	71.5	552.9
1990	36.7	163.2	14.7	84.8	46.5	127.3	56.8	11.7	54.4	123.7	103.6	43.6	867.0
1991	38.1	17.3	76.8	27.5	25.6	107.3	50.9	3.5	131.1	99.4	91.1	79.1	747.7
1992	12.2	21.1	76.0	85.8	74.7	85.4	93.8	70.2	59.2	153.5	133.8	65.2	930.9
1993	18.8	6.1	10.3	55.3	53.7	86.4	53.8	68.2	271.6	186.5	27.0	143.2	980.9
1994	79.1	61.6	15.3	80.6	101.1	29.0	30.0	37.7	208.2	95.6	61.9	92.0	892.1
1995	184.6	138.7	76.4	23.0	111.0	54.4	38.4	61.6	150.7	49.4	37.7	103.4	1029.3

* valeurs moyennes 1961-1990

Tableau 6: résultats détaillés des mesures de la densité apparente de la terre fine à Confignon sud (site I et J, cf carte 7) et sur la parcelle 15 (site H et G, carte 5).

Prof.(cm)	Densité apparente de la terre fine (t/m ³)					
	Confignon Sud 1		Confignon Sud 2		Parcelle 15	
	sol intact	sol remis	sol intact	sol remis	sol intact	sol remis
20	1.01	1.44	1.17	1.37	1.48	1.51
	1.09	1.52	1.08	1.37	1.47	1.62
	1.14	1.44	1.10	1.45	1.50	1.62
	1.10	1.46	1.10	1.25	1.62	1.65
	1.20	1.38	1.13	1.38	1.51	1.25
	1.11	1.41	1.08	1.53	1.59	1.42
	1.06	1.40	1.12	1.43	1.53	(1.11)
	1.14	1.47	1.20	1.42	1.52	1.52
	1.11*	1.44	1.12	1.40	1.53	1.51
35	1.17	1.40	1.23	1.53	1.60	1.44
	1.24	1.38	1.27	1.51	1.74	1.58
	1.31	1.16	1.26	1.45	1.69	1.67
	1.40	1.73	1.27	1.72	1.77	1.54
	1.38	1.28	1.28	1.56	1.53	1.55
	1.39	1.53	1.25	1.58	1.67	1.61
	1.34	1.46	1.26	1.45	1.65	1.57
	1.32	1.50	1.26	1.50	1.69	1.70
	1.32	1.43	1.26	1.54	1.67	1.58
50	1.38	1.52	1.21	1.52	1.56	1.54
	1.46	1.62	1.32	1.67	1.59	1.67
	1.34	1.63	1.33	1.54	1.49	1.47
	1.38	1.72	1.24	1.68	1.52	1.69
	1.40	(1.01)	1.32	1.54	1.60	1.67
	1.40	1.87	1.31	1.53	1.49	1.52
	1.34	1.62	1.33	1.64	1.55	1.66
	1.42	1.46	1.29	/	1.49	/
	1.39	1.63	1.29	1.59	1.54	1.59

* moyenne

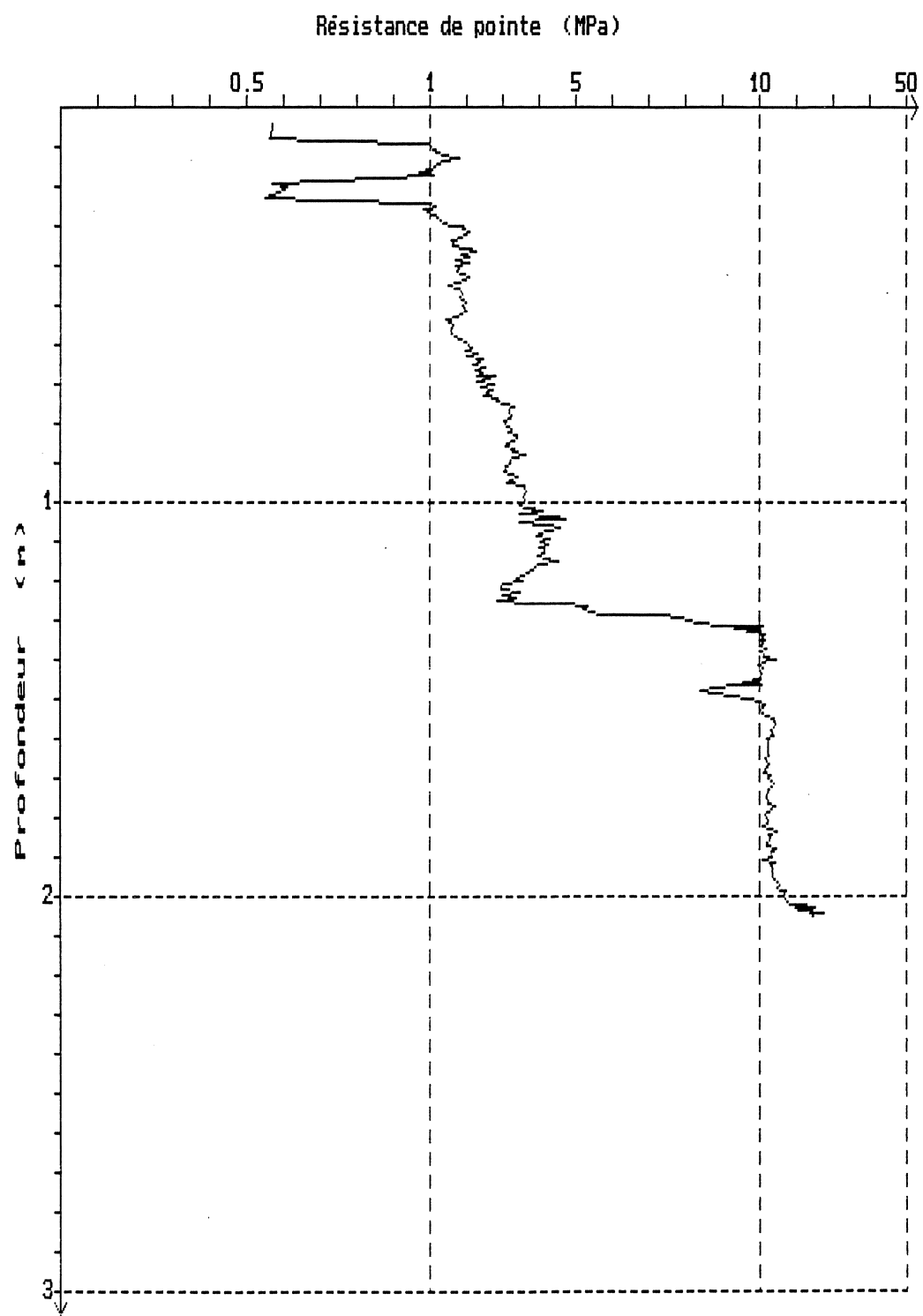
Tableau 7: résultats détaillés de la relation entre la teneur volumétrique en eau et la pression exprimée en bar. Les valeurs entre parenthèse n'ont pas été prises en compte pour le calcul de la moyenne.

Prof.(cm)	Teneur en eau volumétrique (%)									
	Confignon Sud 1					Confignon Sud 2				
	sol intact		sol remis			sol intact		sol remis		
	pression (bar)	0	0.1	1	pression (bar)	pression (bar)	0	0.1	1	pression (bar)
20	53.7	40.2	39.9	47.5	36.9	32.0	56.4	50.6	47.8	44.1
	53.4	39.3	39.4	43.2	39.7	34.3	58.0	50.9	46.6	45.9
	51.0	38.7	38.8	38.4	33.7	28.0	57.0	48.2	43.5	44.8
	52.8	46.2	42.9	46.4	38.3	32.8	58.7	48.2	43.3	49.1
	52.7	43.4	43.3	41.4	37.7	32.9	58.4	52.4	46.3	44.9
	52.5	41.5	40.9	43.4	38.5	33.7	55.9	49.3	42.6	41.8
	53.0	36.2	38.0	39.2	35.4	31.7	58.5	51.7	44.7	42.8
	56.0	51.0	47.7	44.6	42.6	38.6	57.8	52.0	47.3	42.9
	53.1	42.1	42.94*	43.0	37.9	33.0	57.6	50.4	45.5	44.5
35	51.2	40.0	40.5	40.5	37.1	31.8	56.1	45.7	41.9	38.9
	56.2	51.4	47.3	40.1	30.1	25.3	54.8	48.6	44.0	42.0
	51.0	47.6	45.2	38.3	30.0	23.5	56.9	48.7	44.1	43.3
	53.4	40.4	42.8	34.0	32.0	26.9	55.8	47.2	43.2	36.5
	49.0	42.9	43.1	29.0	24.2	24.1	52.6	46.0	42.7	41.5
	50.7	40.4	42.7	35.4	34.1	30.3	53.1	47.1	43.0	39.7
	52.3	48.1	45.5	34.9	29.9	26.8	52.9	48.5	44.4	34.9
	51.0	42.2	43.0	39.5	25.2	(27.6)	53.6	46.3	42.4	45.2
	51.9	44.1	43.8	36.5	30.3	27.0	54.5	47.3	43.2	40.3
50	53.5	48.8	46.6	41.0	33.8	32.4	54.3	43.8	39.3	36.0
	53.8	51.3	49.1	30.8	29.8	27.9	54.0	46.0	41.9	37.2
	49.4	46.9	45.1	35.0	34.3	32.2	51.3	46.3	42.6	31.4
	52.1	47.2	45.8	38.1	37.3	34.7	54.3	43.6	39.9	39.8
	50.0	46.8	45.0	39.3	32.0	24.3	52.8	45.6	42.1	34.4
	51.5	47.5	46.0	36.0	29.6	(30.5)	52.7	43.9	40.1	39.2
	47.3	45.3	44.2	36.2	28.7	28.3	50.9	44.8	41.8	37.9
	52.5	49.5	47.9	31.0	28.3	25.4	51.6	44.6	41.1	/
	51.3	47.9	46.2	35.9	31.7	29.3	52.7	44.8	41.1	36.6
* Suite à un problème technique, les échantillons ont dû être resaturés entre les pressions 0.1 et 1 bar. Pour une raison que nous ne connaissons pas, la moyenne des teneurs en eau à 1 bar est supérieure à celle obtenue à 0.1 bar. C'est pourquoi la réserve facilement utilisable en eau à 20 cm pour le sol intact n'a pas pu être déterminée.										

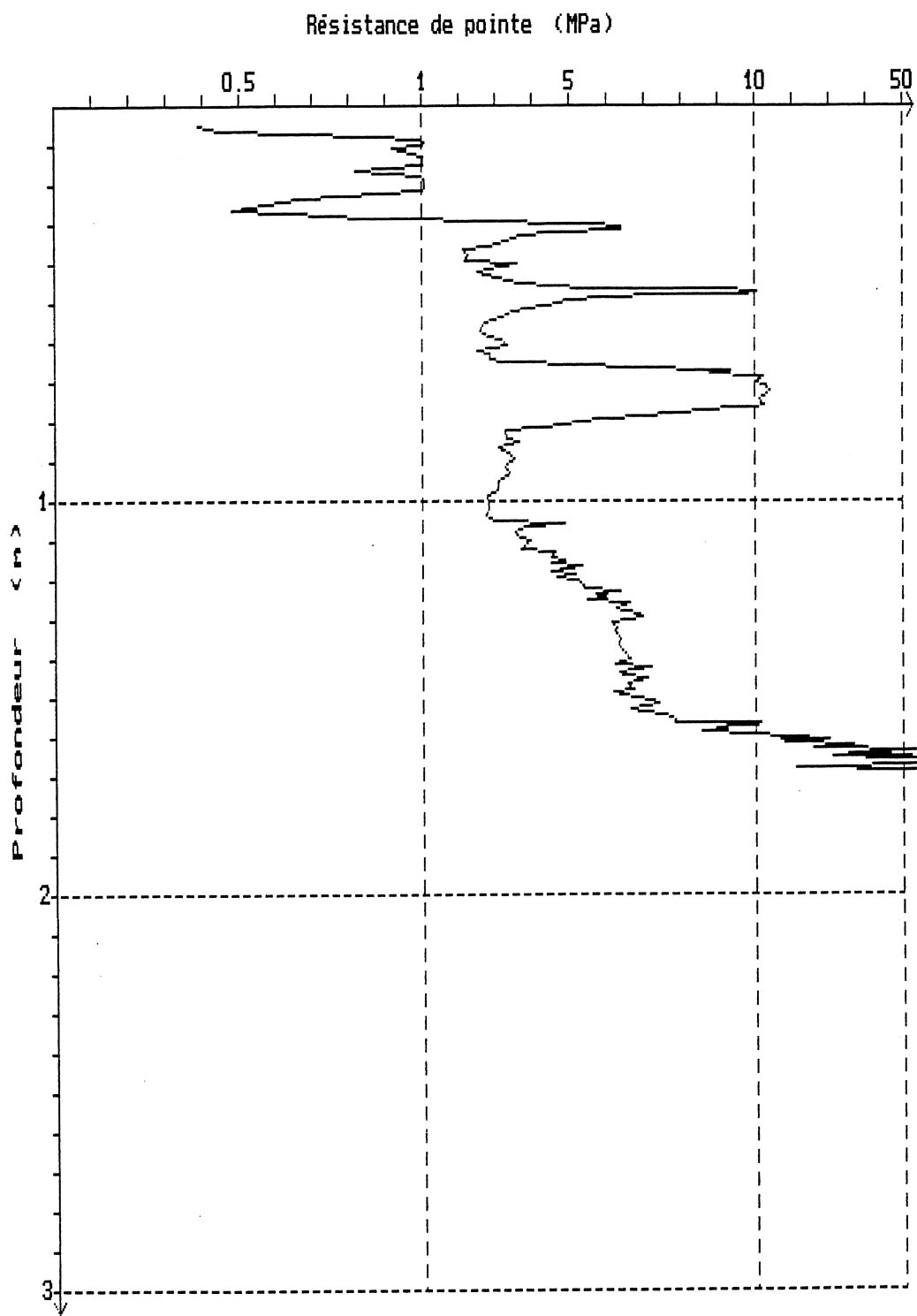
Tableau 9: Résultats détaillés des mesures de densité apparente effectuées sur les tas de terre entreposés à Bardonnex.

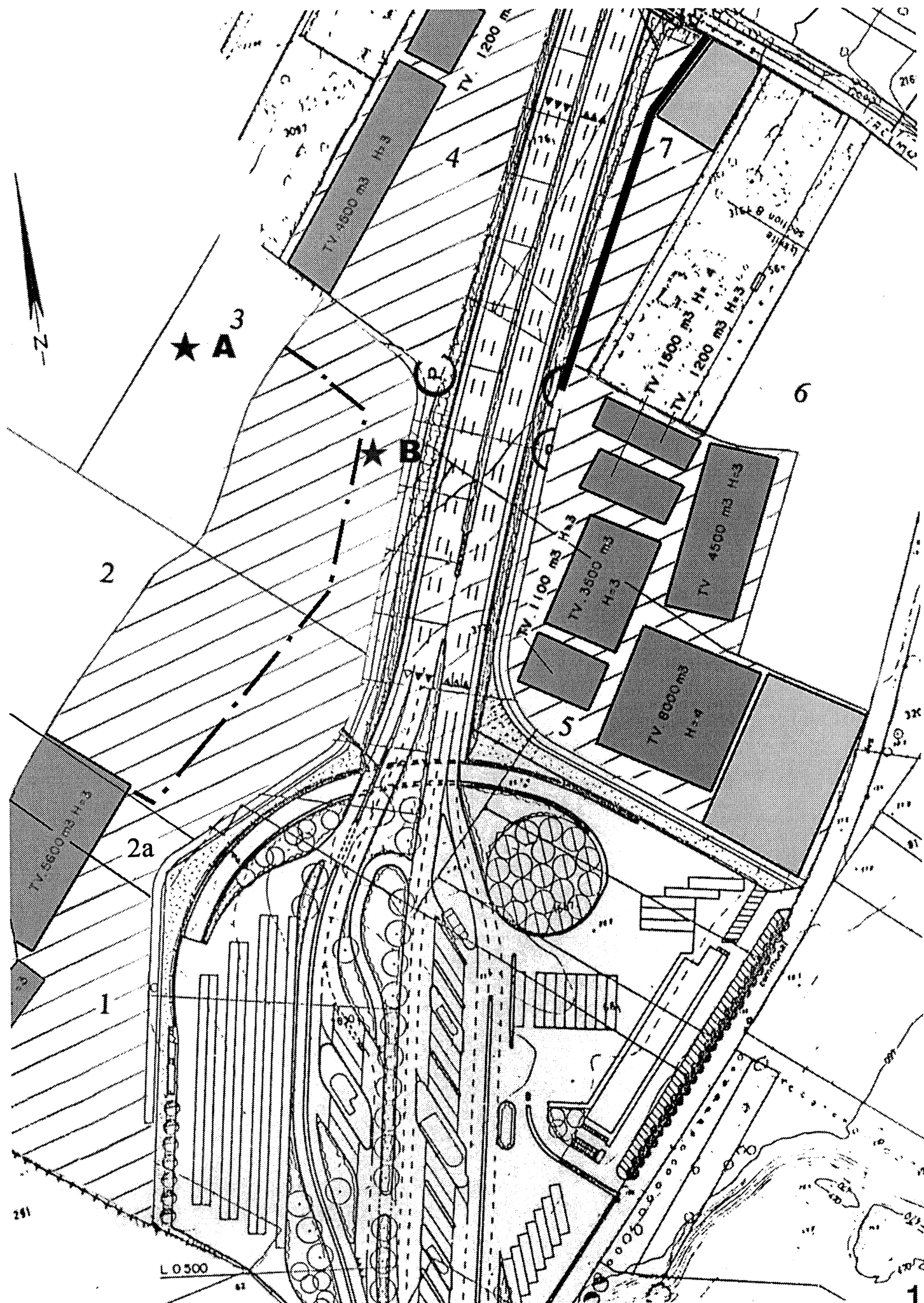
Tas	Prof.	Dates						
		20.9.88	3.5.89	19.9.89	22.3.90	11.10.90	16.4.91	18.9.91
A1	50	0.99	1.25	1.29	1.25	1.22	1.48	1.26
	100	1.21	1.20	1.11	1.42	1.41	1.44	1.23
	150	1.33	1.41	1.18	1.31	1.09	1.13	1.08
	200	1.38	1.15	1.25	1.18	1.17	1.24	1.13
A2	50	1.22	1.27	1.29	1.45	1.37	1.44	1.19
	100	1.01	1.38	1.18	1.43	1.15	1.39	1.13
	150	1.13	1.23	1.33	1.32	1.24	1.16	1.02
	200	1.24	1.37	1.13	1.28	1.09	1.16	1.26
A3	50	1.56	1.28	1.35	1.18	1.15	1.25	1.49
	100	1.68	1.04	1.27	1.34	1.21	1.25	1.44
	150	1.43	1.28	1.11	1.43	1.16	1.20	0.97
	200	1.16	1.04	1.12	1.20	1.43	1.38	1.25
A4	50	1.30	1.34	1.44	1.37	1.07	1.50	0.99
	100	1.13	1.37	1.08	1.37	1.23	1.40	1.12
	150	1.13	1.50	1.22	1.52	1.56	1.45	1.06
	200	1.12	1.08	0.95	1.26	1.38	1.27	1.21
B1	50	1.10	1.43	1.18	1.45	1.14	0.99	1.27
	100	1.01	1.28	1.17	1.26	0.88	1.48	1.02
	150	0.99	1.16	1.02	1.24	1.02	1.12	1.17
	200	1.05	1.24	1.18	1.17	0.89	1.09	1.12
B2	50	1.29	1.44	1.08	1.31	1.20	1.43	1.00
	100	1.04	1.22	1.28	1.32	1.29	1.05	1.34
	150	1.21	1.11	1.03	1.08	1.07	1.38	1.01
	200	1.18	1.40	1.04	1.25	1.14	1.17	1.19
B3	50	1.24	1.41	0.89	1.22	1.11	1.33	0.97
	100	1.11	1.45	1.22	1.26	1.17	1.23	1.20
	150	1.05	1.38	0.98	1.14	1.13	1.22	1.08
	200	1.12	1.27	1.20	1.29	1.23	1.32	1.16
B4	50	1.13	1.24	1.09	1.40	1.14	1.08	1.15
	100	0.86	1.34	1.13	1.27	1.18	1.25	1.12
	150	1.01	1.49	0.87	1.26	1.18	1.26	1.24
	200	1.21	1.22	1.02	1.16	1.10	1.11	1.08
C1	50	1.25	1.22	1.45	1.41	1.35	1.43	1.41
	100	1.27	1.40	1.66	1.40	1.15	1.45	1.32
	150	1.41	1.38	1.15	1.27	0.95	1.35	1.03
	200	1.01	1.00	1.03	1.32	1.08	1.41	1.01
C2	50	1.44	1.71	1.13	1.53	1.19	1.35	1.13
	100	1.03	1.33	1.00	1.37	1.03	1.54	1.00
	150	1.04	1.42	0.96	1.33	0.96	1.21	1.07
	200	1.18	1.31	0.95	0.91	1.00	1.37	0.87
C3	50	1.18	1.31	1.28	1.30	1.18	1.72	0.92
	100	1.05	1.42	1.15	1.34	0.96	1.09	1.31
	150	1.02	1.33	1.02	1.42	1.07	1.27	1.09
	200	0.96	1.41	1.13	1.29	1.33	1.37	1.15

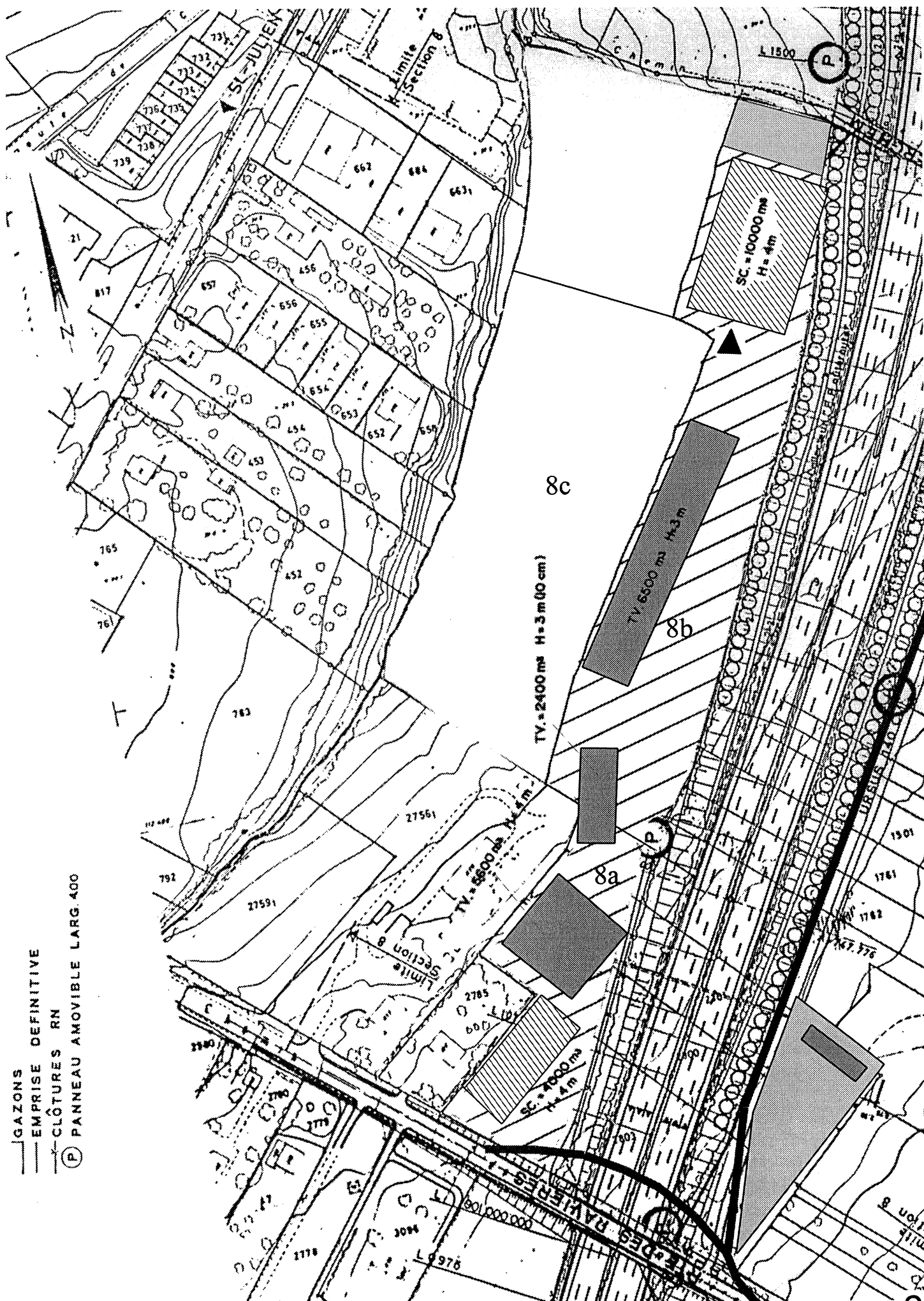
Site : VSS CONFIGNON		
N° Sondage : 3	Nappe : ***.* cm	Date : 01/12/95
Section : 2 cm ²	Origine : 2.5 cm	Opérateur :
sol intact		

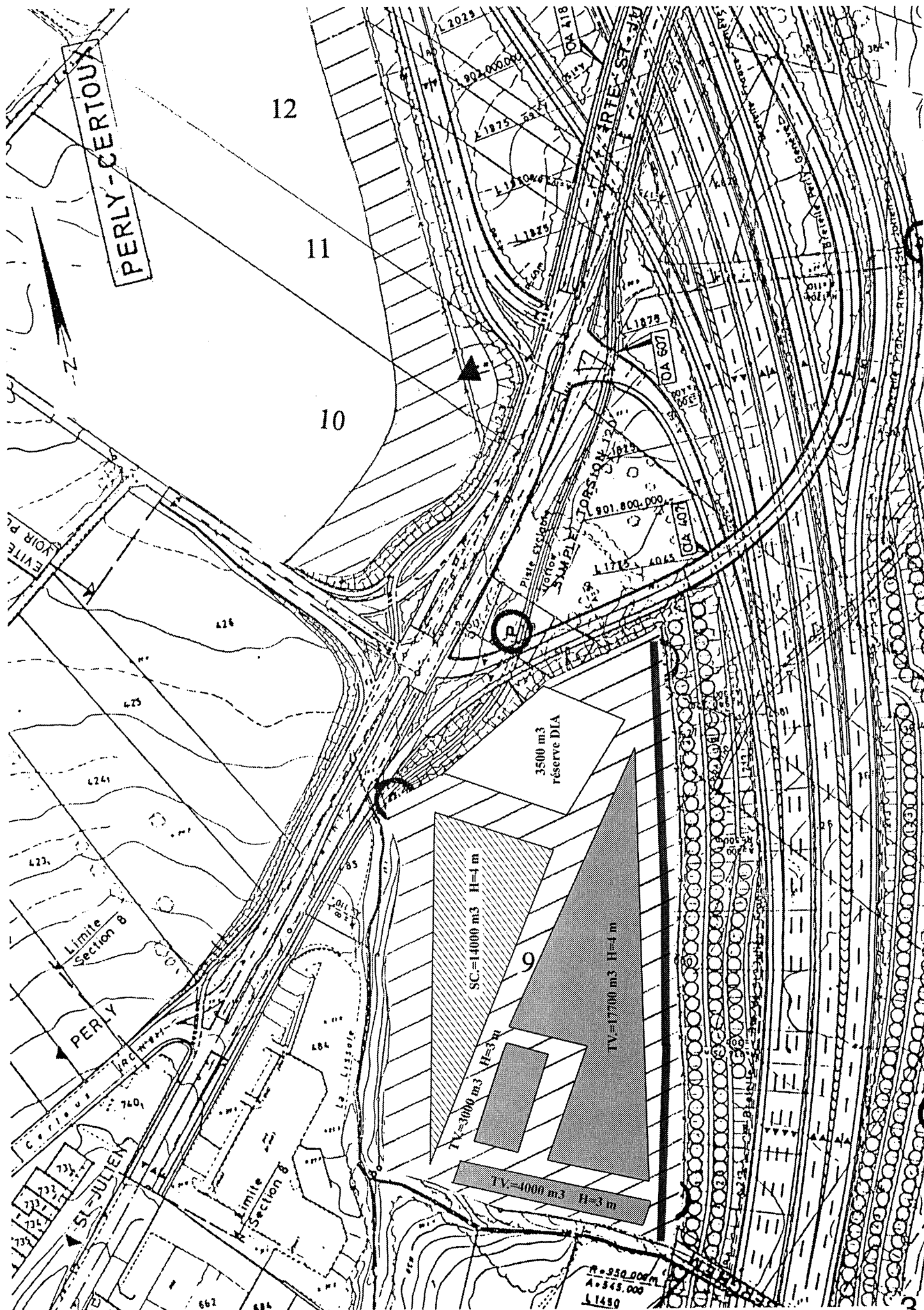


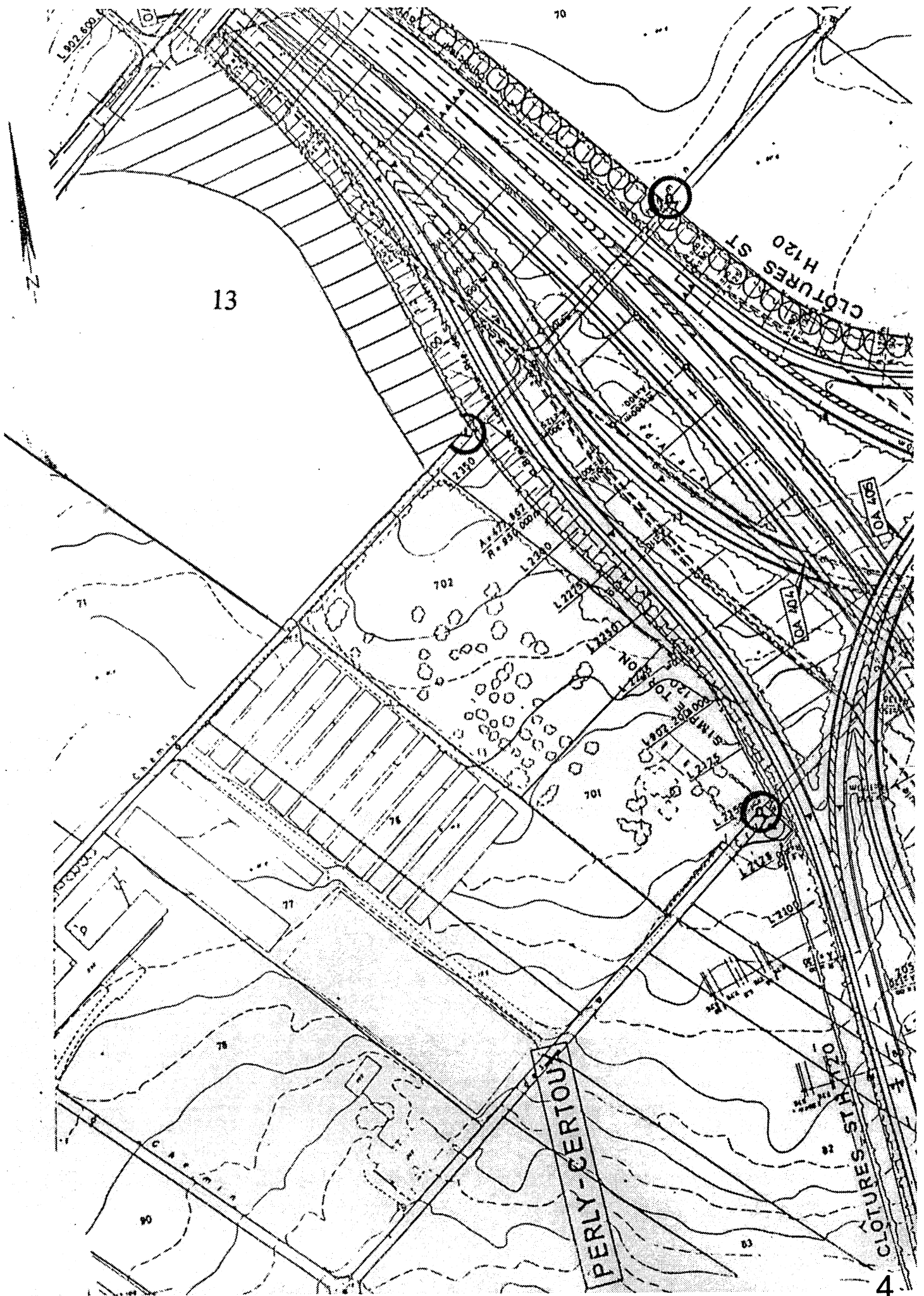
Site : VSS CONFIGNON		
N° Sondage : 4	Nappe : ***.* cm	Date : 01/12/95
Section : 2 cm ²	Origine : 2.5 cm	Opérateur :
sol remis en place (parcelle 17)		

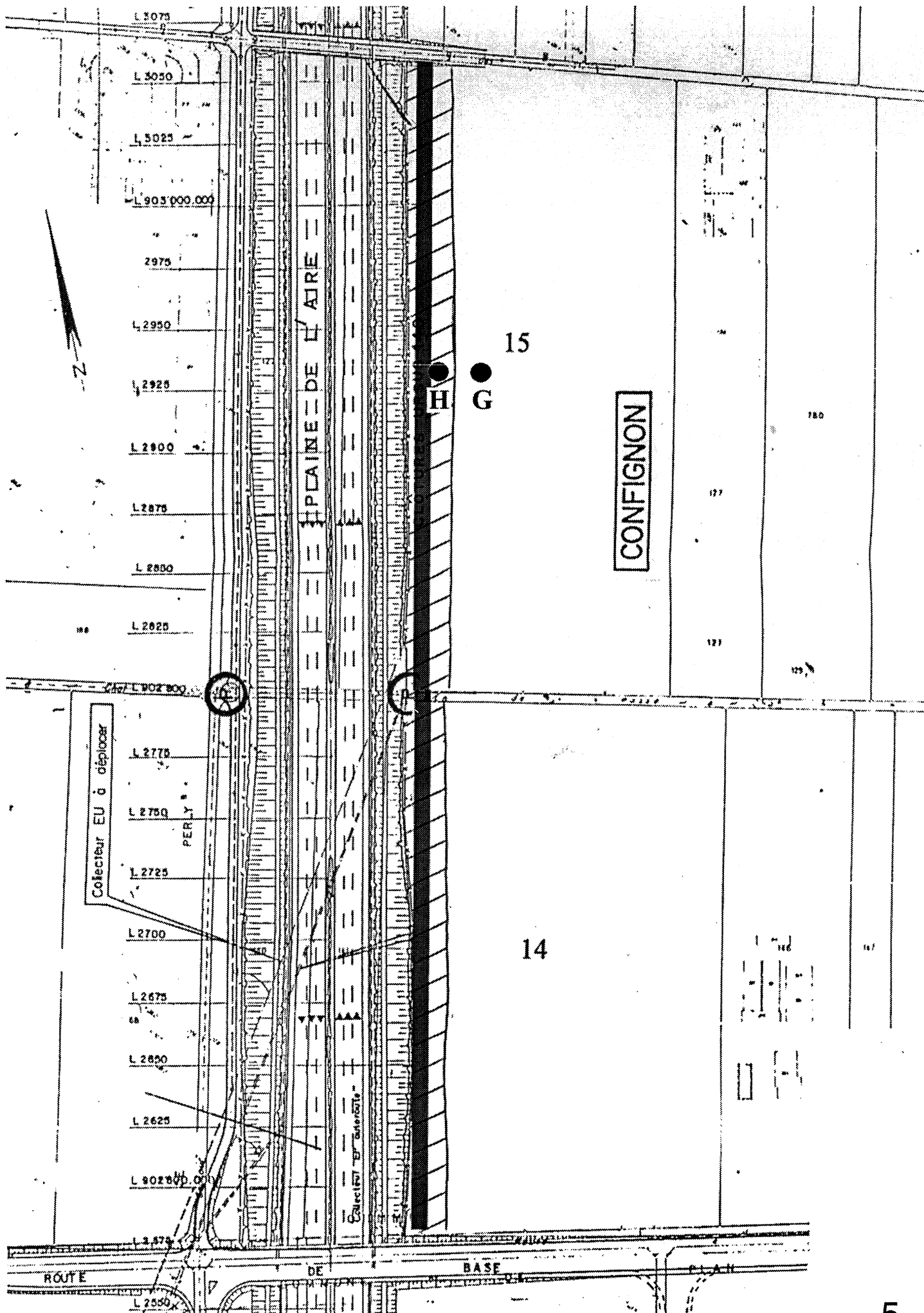






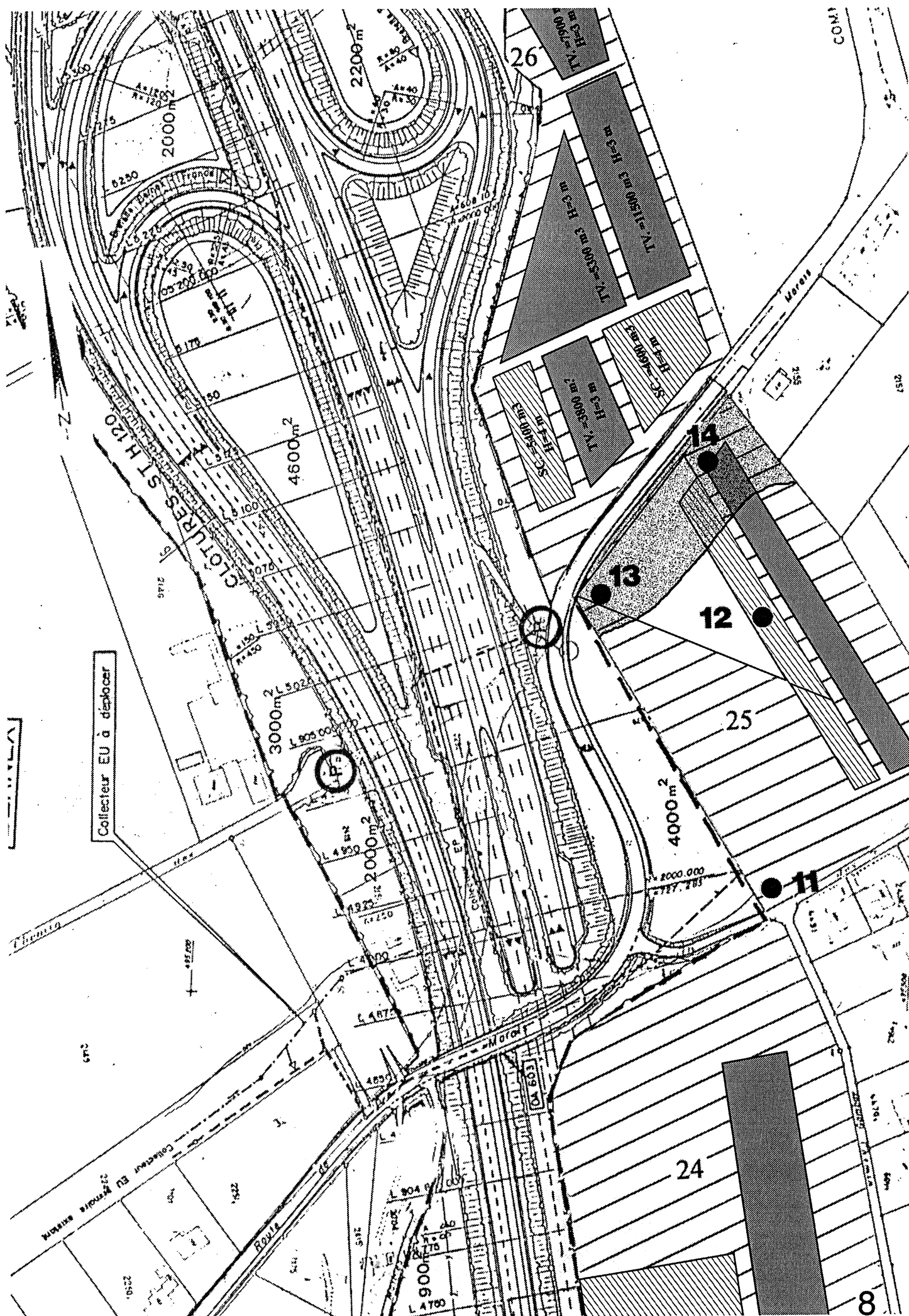






J●





SCHEMA GENERAL

SITUATION

DEPOTS POUR ANALYSES

Echelle : 1/1000

15.06.1988

