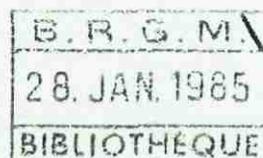
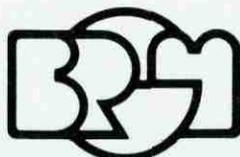




PROTECTION ET GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

CARTES GÉOLOGIQUES D'ENVIRONNEMENT  
EN GRANDE-BRETAGNE



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

Délégation à l'Environnement

B.P. 6009 - 45060 Orléans Cedex

Tél.: (38) 64.34.34

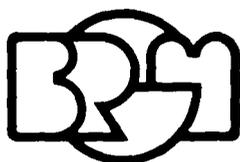
84 SGN 362 ENV

**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**

**CARTES GÉOLOGIQUES D'ENVIRONNEMENT  
EN GRANDE-BRETAGNE**

par

P.A. SABINE\* - S.K. MONRO\*\* - E.F.P. NICKLESS\*\*\*



*\* British Geological Survey, Exhibition Road, Londres SW7 2DE (Angleterre)*

*\*\* British Geological Survey, Murchison House, West Mains Road, Edimbourg EH9 3LA (Ecosse)*

*\*\*\* Natural Environment Research Council, Polaris House, North Star Avenue, Swindon Wiltshire, SN2 1 EU (Angleterre)*

*Publié avec l'autorisation du Directeur du Bureau Géologique britannique.*

**84 SGN 362 ENV**

## AVANT PROPOS

La Grande-Bretagne a son territoire presque entièrement couvert par les cartes géologiques. Celles-ci comportent de nombreuses informations parfois difficiles à utiliser par les non géologues, et notamment les ingénieurs et planificateurs qui devraient figurer parmi les principaux utilisateurs. Ceci a conduit le Bureau Géologique Britannique (B.G.S.) à développer à partir de 1980 un programme spécifique de "cartes géologiques de l'environnement".

Elles avaient comme objectif de présenter les données géologiques existantes, sous une forme simple et à une échelle adaptée pour être facilement utilisables par les non-spécialistes afin qu'ils puissent prendre en compte les facteurs géologiques dès les premières phases d'établissement des plans.

Un projet pilote a tout d'abord été entrepris à Glenrothes. Il comprend 22 cartes spécialisées à l'échelle du 1/25 000 et 5 cartes de synthèse.

Ces travaux ayant reçu un accueil très favorable de la part des planificateurs et des ingénieurs, un programme d'une vingtaine de cartes actuellement en cours a été lancé par le B.G.S. réparti sur l'ensemble du territoire britannique.

Des réalisations du même type ont par ailleurs eu lieu en Allemagne Fédérale et en Hollande.

Il nous est apparu intéressant de faire connaître ces méthodes qui pourraient trouver leur application, en France et à l'Étranger, dans les régions et agglomérations, en développement ou en rénovation.

J. C. ROUX  
Délégué à l'Environnement

## S O M M A I R E

INTRODUCTION .....	1
1. LE PROJET PILOTE .....	2
1.1. Situation et données de bases .....	2
1.2. Méthode de travail .....	4
1.3. Cartes de géologie d'environnement de Glenrothes .....	5
2. PROJETS ULTERIEURS DE CARTES GEOLOGIQUES D'ENVIRONNEMENT (E.G.M.) .....	8
3. ETUDES INTERACTIVES .....	11
4. SAISIE AUTOMATIQUE DES DONNEES ET TRAITE- MENT PAR ORDINATEUR .....	13
5. CONCLUSIONS .....	14
Références bibliographiques .....	15a
Tableau 1 - Cartes de géologie d'environnement du plan NO 20 (Glenrothes) .....	16
Tableau 2 - Etudes récentes de cartes géologi- ques d'environnement .....	18
Liste des figures .....	27

-----

## RESUME

La fonction des études géologiques a progressivement évolué au cours des années, du simple établissement de cartes à l'interprétation de bases de données géoscientifiques complexes dont la carte géologique reste le principal moyen d'expression. Ces cartes doivent cependant présenter un degré suffisant de diversités pour répondre aux besoins des utilisateurs, y compris les non-géologues. Au cours d'une étude pilote à Glenrothes, Fife, Ecosse, les composantes séparées de la géologie ont été affichées sous la forme de dix-huit cartes "élémentaires", de quatre cartes composées (de deux éléments ou plus) et de cinq cartes résumées du potentiel de l'environnement (Tableau 1 ; Figures 1-3). Beaucoup d'autres projets de Cartes Géologiques d'Environnement (Environmental Geology Map, EGM), ont par la suite été réalisés et ont été plus particulièrement conçus pour faciliter la résolution de problèmes particuliers de planification, d'ingénierie et de géologie (Tableau 2 ; Figures 4 et 5). Au cours de récentes études pluridisciplinaires utilisant les traitements interactifs d'images ( $I^2S$ ), on a cherché à établir une relation entre les maladies de dégénérescence (à partir de données sur la maladie initiale et de données épidémiologiques) au Nord-Est de l'Ecosse et entre la géochimie. Le traitement automatisé des informations provenant de banques de données constitue un aspect important des études d'environnement.

# CARTES GEOLOGIQUES D'ENVIRONNEMENT EN GRANDE BRETAGNE

## INTRODUCTION

La géologie présente un rapport étroit avec l'environnement : l'environnement à partir duquel l'Homme doit rechercher ses ressources en eau et en minerais, sur lequel il construit ses immeubles, et dans lequel il rejette ses déchets. Le géologue est donc bien placé pour jouer un rôle important dans la résolution des problèmes concernant le développement et la protection de l'environnement physique. Cette contribution a été perçue depuis longtemps, par exemple par Sherlock (1931) et Edmunds (1955), et dans les pays développés on reconnaît qu'il est nécessaire de procéder à des études géologiques pour prendre des décisions de planification. Il faut bien comprendre que les ressources naturelles de base sont limitées et qu'il faut maîtriser leur vitesse d'épuisement, tandis qu'en même temps il ne faut pas polluer ou stériliser des ressources précieuses. Le rôle des études géologiques a rapidement évolué pour répondre à ce besoin ; au début, ces études avaient pour fonction étroite d'évaluer la richesse nationale en de telles ressources, maintenant elles ont la fonction beaucoup plus large d'assurer une gestion raisonnable des ressources nationales.

Depuis sa création en 1835, le Bureau Géologique de Grande-Bretagne a recueilli des informations géologiques et les a présentées sur des cartes géologiques. Actuellement presque toute la Grande-Bretagne est couverte par des cartes géologiques à l'échelle de 1 pouce pour 1 mile (1:63 360), ou à l'échelle de 1:50 000 ou à une échelle plus fine, mais ces cartes contiennent

une telle quantité d'informations que seule une personne très qualifiée pour les interpréter peut en tirer le meilleur parti. Or, les ingénieurs et les planificateurs ayant besoin d'utiliser des données géologiques pour prendre des décisions de planification n'ont pas toujours la formation nécessaire pour utiliser une carte géologique "traditionnelle". Cette impasse a conduit à développer les Cartes Géologiques d'Environnement (EGM) qui permettent de présenter les données géologiques existantes sous une forme simple et facile à utiliser.

*La géologie d'environnement devrait jouer un nouveau rôle en utilisant les informations géologiques pour résoudre les problèmes modernes d'environnement, et le type et l'échelle de telles cartes géologiques d'environnement peuvent être adaptés pour répondre aux besoins de l'utilisateur. Cette nouvelle application de la géologie va soumettre le géologue à des exigences nouvelles, et il faudra distinguer nettement la géologie de l'environnement des autres branches plus anciennes de cette science.*

Cette évolution a été en partie entraînée par des modifications dans le système de financement du Bureau Géologique Britannique. Seule une part du financement nécessaire provient actuellement directement du Conseil pour la Recherche sur l'Environnement Naturel (Natural Environment Research Council) dont le Bureau fait partie. La plus grande partie du budget provient des ministères britanniques qui lancent des projets particuliers de recherche. Dans le domaine de la géologie de l'environnement, le Département de l'Environnement est le client et il finance des projets qui répondent aux besoins spécifiques de ces planificateurs et ingénieurs.

## 1. LE PROJET PILOTE

### 1.1. Situation et données de bases

Au début de 1980, le Département de l'Environnement, et le Département de Développement Ecossais, en consultation avec le Bureau Géologique Britannique (qui s'est appelé ensuite l'Institut des Sciences Géologiques) ont sélectionné une région pour une étude pilote, à la fois pour étudier la validité de la technique de géologie d'environnement à l'intérieur de la Grande-Bretagne et pour évaluer le coût et la main-d'oeuvre nécessaire. On a choisi une région disposant d'une quantité raisonnable d'informations géologiques où les conditions d'utilisation du sol, bien qu'intéressantes, n'étaient pas une source de conflit (Nickless, 1982).

La zone étudiée se trouve dans la région de Fife, Ecosse, (Figure 1), et correspond à la carte topographique N.O. 20 à l'échelle 1/25 000. Les collines de Lomond, culminant à la colline East Lomond (440 m d'altitude) occupent la partie centrale de cette région et séparent Stratheden et the How of Fife au nord

de la vallée de River Leven au Sud. La nouvelle ville de Glenrothes qui se développe rapidement chevauche la limite Sud de cette région. A Stratheden, le sol est principalement utilisé pour l'agriculture, principalement pour la culture de l'orge, mais les cultures de plantes à racines, de pois, de fruits sucrés et l'élevage du bétail sont également importants. Il existe certaines forêts, mais pour l'essentiel elles sont limitées aux terrains les plus élevés ou aux sols anciennement exploités pour extraire du sable et du gravier et actuellement en cours de réhabilitation. Une grande partie de la région de la colline de Lomond est utilisée comme un parc national et, bien que dans certaines parties de cette région on trouve des exploitations de calcaire à ciel ouvert, l'activité de carrière ne va pas se poursuivre, et maintenant l'élevage de bétail et de moutons co-existe avec les forêts et les zones de détente. De plus, il existe un grand nombre de réservoirs d'eau. Au Nord de Glenrothes, le charbon a été extrait depuis le dix-septième siècle, et peut-être avant, jusqu'aux années 1930.

On dispose d'une grande variété de données géologiques à l'intérieur de cette région.

Ces données sont les suivantes :

- a. Des cartes géologiques générales à l'échelle 1:10 560, les travaux géologiques correspondants ayant été effectués entre 1858 et 1867, 1926 et 1946, et 1966 et 1969 ;
- b. Des données sur les sondages et les exploitations minières provenant des archives du Bureau Géologique ;
- c. Une étude géologique des dépôts glaciaires et des informations ponctuelles dispersées dans la région rurale au Nord de Glenrothes provenant d'une évaluation des ressources en sable

et en gravier effectuée entre 1979 et 1980 ;

d. De nombreux rapports d'études de sites pour la nouvelle ville de Glenrothes ;

e. Les résultats d'une étude hydrogéologique effectuée en 1980.

On a choisi la région de Glenrothes d'abord à cause de la richesse de ses informations géologiques, mais également aussi en raison de la variété des informations géologiques sur les roches solides, notamment sur les charbons exploitables et sur les ressources potentielles de calcaire et d'agrégats de roches dures, permettant d'étudier une gamme étendue de conditions. Cette région est tout-à-fait représentative du centre de l'Ecosse, à la fois pour la complexité de sa géologie et pour la dispersion des informations géologiques possédées. Les informations sur l'hydrogéologie et sur les ressources en sable et en gravier ont permis d'étudier la présentation des données pour les rapports et les cartes de ces nouvelles études spécialisées, aussi bien que pour les cartes géologiques traditionnelles.

En résumé, la région étudiée permettait d'étudier à fond le potentiel de la méthode d'établissement de cartes géologiques d'environnement et d'expérimenter cette méthode dans une région où il n'y avait pas de litiges concernant l'utilisation des sols.

## 1.2. Méthode de travail

L'objectif était de recueillir, d'interpréter et de présenter un grand nombre de données géologiques sous une forme de cartes simples, chaque composante géologique constituant un thème séparé correspondant à une carte élémentaire ou carte de base. Donc, le concept vise à séparer les éléments d'une carte géologique traditionnelle en isolant et en traitant de la même manière

les composantes géologiques importantes d'une telle carte. Cette procédure ne nécessite pas l'acquisition d'informations supplémentaires, mais le degré de confiance donné à chacune des cartes élémentaires traduira l'élaboration et la précision des données de base. Du fait de l'absence de données ou d'omissions dans la base de données, il peut être impossible de traiter certains aspects de la géologie sur l'ensemble de la zone cartée. Cette limitation est prévisible, car il est improbable que les résultats des études géologiques courantes, effectuées sur plusieurs années dans un but de recherches géologiques générales, puissent toujours donner la solution à des problèmes spécialisés ou spécifiques. Donc, la préparation des cartes de géologie d'environnement amènera à révéler des manques dans la base de données, et à identifier l'étendue et le domaine d'application des futures études géologiques nécessaires.

### 1.3. Cartes de géologie d'environnement de Glenrothes

L'information de base se trouve dans dix-huit cartes élémentaires (Tableau 1 ; des exemples sont montrés en Figures 2 et 3). Cette série de cartes avait pour but de démontrer la souplesse d'utilisation de cette technique, et de montrer comment l'information pouvait être présentée de différentes manières, par exemple les feuilles 2 et 4 (Tableau 1) représentent toutes les deux des dépôts non consolidés, mais leur présentation est différente. Cependant, il faut souligner qu'il n'est ni nécessaire ni approprié de proposer une telle gamme de cartes dans d'autres régions : la nature et le nombre de cartes élémentaires produites pour des besoins pratiques doivent probablement être réduits, à la fois par les limitations des données disponibles et par les besoins spécifiques.

On a préparé quatre cartes "dérivées" pour démontrer le potentiel du système pour répondre à des besoins hypothétiques. Par exemple, la carte indiquant le potentiel de stockage souterrain (Figure 2) a été établie à partir de critères externes, et ces critères ont été appliqués principalement à la carte lithologique du socle. La carte indiquant le potentiel de sable et de gravier (Figure 3) a été établie en considérant deux cartes élémentaires : la carte d'épaisseur de sable et de gravier, et la carte de profondeur de la nappe phréatique dans les dépôts non consolidés.

Pour le projet expérimental de Glenrothes, on a étudié spécialement trois aspects principaux pour établir des cartes de Potentiel d'Environnement ou des cartes résumées :

- a. Les zones présentant des conditions favorables pour les axes principaux de développement, en excluant les constructions des industries lourdes ;
- b. Par opposition, les zones prioritaires pour les études de sites d'aménagement.
- c. Les ressources naturelles, y compris l'eau.

Pour avoir une présentation plus claire, les ressources sont regroupées sur trois cartes. Les ressources en surface ou à proximité de la surface pouvant être exploitées à ciel ouvert constituent l'objet de la première carte de ressources ; les ressources enterrées pouvant être exploitées à ciel ouvert constituent l'objet de la seconde carte ; la troisième carte montre les ressources enterrées ne pouvant être exploitées que par pompage ou extraction minière.

Les cartes sont généralement établies à l'échelle 1:25 000 pour les cartes maîtresses à supports stables en plastique, à couleur unique, à partir des quelles on peut obtenir des copies

teintées sur demande. Ce format et l'utilisation de techniques monochromes sont essentiels si, comme on le prévoit, on doit mettre rapidement à jour les cartes, à mesure que l'on dispose de nouvelles informations. Les caractéristiques détaillées de ces cartes sont indiquées par Nickless (1982). Des exemples sont montrés dans un schéma en Figures 2 et 3.

Il faut insister sur le fait que les cartes individuelles sont établies pour faciliter la résolution des problèmes dans une région particulière, et qu'en conséquence elles pourront varier d'une région à l'autre. Elles permettent au planificateur ou à l'ingénieur de comprendre rapidement l'interaction entre les différents éléments de la géologie, et de comprendre l'impact que ces éléments auront sur d'autres contraintes de planification. De cette manière, l'ingénieur ou le planificateur peuvent prendre conscience très tôt des zones où il existe un conflit potentiel : par exemple, des zones disposant de ressources en sable et en gravier, mais présentant des conditions favorables de fondation et, à ce titre, convenant pour le développement industriel ; ou des zones à paysages pittoresques présentant également des possibilités d'extraction de charbon à ciel ouvert.

Ces cartes permettront de prendre en compte le facteur géologique dès les premières phases d'établissement des plans, que ce soit au niveau national, régional ou local : elles apporteront une aide pour la recherche et la localisation des ressources en minerais et en eau, et elles permettront de mieux comprendre les conditions du sol que l'on risque de rencontrer pour des activités multiples, par exemple pour le choix du tracé d'un pipe-line ou pour le choix du site d'un nouvel immeuble. Ces

cartes devraient permettre d'identifier facilement les problèmes de conservation des ressources non renouvelables, et elles devraient permettre de localiser les terrains à aménager loin des endroits où les conditions du sol présentent un danger potentiel ou entraînent des coûts importants.

Ce type et cette méthode de présentation des données géologiques ont reçu un accueil favorable des planificateurs et des ingénieurs, et l'étude pilote a constitué la base pour les études ultérieures de développement de cette technique.

## 2. PROJETS ULTERIEURS DE CARTES GEOLOGIQUES D'ENVIRONNEMENT (E.G.M.)

Plusieurs autres études financées par le Département de l'Environnement et par le Département du Développement d'Ecosse ont maintenant été terminées ou sont en cours. Les Figures 4 et 5 indiquent la répartition géographique de ces projets, et le Tableau 2 indique les échelles et les types de cartes établis.

Depuis le projet pilote initial de Glenrothes dans lequel on a établi une large gamme de types de cartes, les travaux ultérieurs ont eu un objectif plus limité, destiné à répondre à des problèmes géologiques particuliers dans des zones désignées. Par exemple, dans la région de Glasgow (Figure 4.10) des projets de rénovation urbaine ont été retardés, en raison des conditions très difficiles du sol provenant principalement de l'activité minière dans le passé. Les objectifs du Département de l'Environnement en finançant ce projet ont été les suivants : a) assurer que l'information géologique est prise en compte le plus tôt possible dans les plans d'aménagement et de rénovation des terrains, et b) fournir une interprétation mise à jour de la base de données géologiques existante, et présenter cette interprétation sous la

forme de cartes de géologie d'environnement correspondant aux conditions géologiques du sol, pour le développement, la rénovation et la maintenance des immeubles existants.

Ce projet avait été lancé pour répondre à des besoins spécifiques de sites, et également pour des études géologiques de portée plus large ; aussi des cartes ont été établies à deux échelles 1:25 000 et 1:10 000.

Les pressions qui s'exercent en faveur du développement d'industries lourdes dans les estuaires posent aussi des problèmes géologiques. L'estuaire de Forth (Figure 4.9), où des limons et des argiles mal consolidés reposent sur des roches contenant des exploitations de minerais, pose des problèmes techniques particuliers, et une étude géologique d'environnement était lancée avec les objectifs suivants :

- a. Evaluer les conditions géologiques affectant les structures de l'industrie lourde ;
- b. Identifier les dangers géologiques associés à l'aménagement, et identifier les zones favorables et défavorables pour l'aménagement, et décrire les caractéristiques correspondantes des formations géologiques ;
- c. Donner des conseils pour les études détaillées de sites à effectuer par les responsables du développement ;
- d. Donner des règles directrices pour la planification de l'occupation des sols aux niveaux national et local, et en particulier fournir une base pour conseiller les Ministres sur la meilleure utilisation des ressources limitées en terrains convenables pour le développement et les aménagements.

Comme ce projet concernait des problèmes de planification à grande échelle, on a établi une carte à l'échelle 1:50 000.

Dans la région de South Wales, le nouveau plan de développement de la région côtière et des vallées du Sud, où l'exploitation de charbon est depuis longtemps l'industrie principale, nécessitait une mise à jour des informations géologiques. Dans la région de Bridgend (Figure 5.3), on disposait de cartes géologiques à l'échelle 1:10 560, mais ces cartes étaient très anciennes. La carte géologique 1:63 360 (1 pouce pour 1 mile) a été publiée en 1901, et imprimée en couleurs en 1903 (prix : 1 shilling 6 pence = 0,75 francs aux prix d'aujourd'hui). Un agrandissement reconstitué à l'échelle moderne 1:50 000 fut publié en 1974, mais une récente révision de cartes 1:10 000 a été nécessaire pour fournir une base valable à l'évaluation de la ressource potentielle en calcaire, pour établir l'échelle des problèmes d'érosion côtière, et pour évaluer les conséquences géologiques des zones d'exploitation minière ancienne, des glissements de terrains, etc., pour les futurs développements industriels. Les cartes préparées sont indiquées en Tableau 2.

A Exeter (Figure 5.6), le développement urbain et industriel a fait surgir des conflits potentiels avec l'exploitation des ressources en sable et en gravier et avec l'exploitation des ressources d'eau. Les cartes géologiques existantes étaient très anciennes, et il était nécessaire de procéder à une étude géologique moderne pour définir les facteurs à prendre en compte pour la planification de l'utilisation du terrain.

Ces exemples illustrent le type de problèmes de planification que les cartes de géologie d'environnement peuvent aider à résoudre dans les zones urbaines et dans les estuaires, mais cette technique a également été appliquée dans les zones rurales, limites des zones urbaines, et à l'occasion du développement de

nouvelles villes. L'expérience ainsi acquise a montré la nécessité de développer le concept de cartes géologiques d'environnement au-delà des seules données géologiques, et d'explorer l'interaction entre les données géologiques et les autres ensembles de données.

### 3. ETUDES INTERACTIVES

L'interaction possible entre les données géologiques et d'autres ensembles de données est bien illustrée par une étude de la relation entre la géochimie des oligo-éléments et les maladies de dégénérescence.

Une étude de la répartition des oligo-éléments a été effectuée dans le cadre d'un Programme de Reconnaissance Géochimique Régional entrepris par le Bureau Géologique Britannique. Ceci a permis d'établir une série d'atlas géochimiques, dont quatre ont été publiés à l'échelle 1:250 000 (Institut des Sciences Géologiques, 1978a, 1978b, 1979 et 1982).

Avec l'aide du Programme d'Environnement de la CEE, BGS a lancé une étude pluridisciplinaire en association avec l'Ecole de Médecine d'Aberdeen et l'Institut de Recherches Rowett, Aberdeen, pour analyser la relation entre les maladies de dégénérescence et les données géochimiques qui peuvent en être la cause. Pour cette étude, on a choisi une région au Nord-Est de l'Ecosse, pour laquelle on disposait d'un grand nombre de données de haute qualité concernant la géochimie, l'épidémiologie et les maladies des animaux. La population est relativement stable, le sol est principalement utilisé pour les exploitations agricoles, et l'eau et le lait sont produits localement.

Le projet visait à chiffrer la répartition de la maladie chez l'homme, et à étudier sa corrélation avec les répartitions et les associations de certains éléments présents sous la forme de traces ou en quantité plus importante, et elle s'est déroulée ainsi :

1. L'information sur la répartition des maladies chroniques a été analysée en s'intéressant plus particulièrement à la région étudiée. On a établi des fichiers compatibles sur ordinateur concernant les données épidémiologiques et géochimiques, et on a appliqué des méthodes statistiques pour évaluer l'interaction entre les ensembles de données différentes. On a déterminé la présence d'arsenic, de cadmium et de sélénium sur un sous-ensemble d'échantillons géochimiques régionaux, sélectionnés pour représenter les principales unités lithogéochimiques du Nord-Est de l'Ecosse.
2. On a effectué une analyse statistique des données géochimiques nouvelles et existantes sur les échantillons précédemment recueillis, et sur la répartition des maladies, afin d'identifier les zones à "haut risque".
3. On procèdera à une étude plus approfondie de telles zones à "haut risque", afin de déterminer des niveaux acceptables d'éléments toxiques potentiels dans l'environnement, et afin d'étudier la corrélation avec les données épidémiologiques, en vue d'identifier les associations d'éléments géochimiques responsables de la maladie.

L'étude des relations entre les ensembles de données médicales et de données géochimiques a été possible grâce au développement du traitement interactif d'images. Le Système 101 de traitement interactif d'images(I<sup>2</sup>S), installé au Conseil de Recherches.

de l'Environnement Naturel à Swindon, est un système matériel/logiciel complètement intégré et de performance éprouvée pour le traitement interactif de données numériques d'images, à la fois pour la recherche et la production. Ce système permet de traiter efficacement les images presque immédiatement après les avoir reçues, et sans qu'un délai important ne soit nécessaire pour monter le matériel ou pour développer le logiciel. Les données numériques provenant de différentes origines peuvent être lues, traitées rapidement et de manière souple, et les résultats finaux peuvent être sortis sur un support papier de haute qualité.

#### 4. SAISIE AUTOMATIQUE DES DONNEES ET TRAITEMENT PAR ORDINATEUR

Aujourd'hui, l'expérience acquise en géologie de l'environnement en Grande-Bretagne indique que les ingénieurs et les planificateurs souhaitant utiliser les cartes de géologie d'environnement veulent que celles-ci soient à la fois mises constamment à jour et basées sur la prise en compte de toutes les données disponibles. Dans de nombreuses régions, les travaux de développement génèrent chaque jour de nouvelles données géologiques, provenant en particulier des sondages, et il faut examiner ces données, les enregistrer et les interpréter, avant de pouvoir présenter une nouvelle synthèse sous forme de carte. Les bases de données augmentent de volume rapidement ; et de ce fait, les cartes doivent être établies rapidement et être modifiées rapidement pour prendre en compte les nouvelles données.

Ces facteurs stimulent lentement le développement de techniques permettant de saisir directement les données géologiques sous une forme assimilable par l'ordinateur. Les techniques de

banques de données pour les informations de sondages et pour les observations des géologues sur le terrain, utilisant des moyens automatisés, sont un concept généralement nouveau pour le Bureau Géologique Britannique (BGS), mais ces techniques ont été appliquées avec succès pour des études géochimiques régionales utilisant des données analytiques et des données d'échantillons. Dans ce dernier cas, les banques de données ont aussi été utilisées pour la production automatisée d'atlas géochimiques.

A l'avenir, l'interaction entre les données géologiques ponctuelles nouvelles et une base de données géologiques numérisée peut fournir un moyen rapide et économique de mettre à jour régulièrement les cartes, au fur et à mesure que de nouvelles données deviennent disponibles.

## 5. CONCLUSIONS

Les données géologiques ont des applications qui dépassent largement le cadre des seuls géologues ; elles sont utilisées par les planificateurs et les ingénieurs, et on a démontré qu'elles pouvaient être également intéressantes pour la profession médicale. Une carte reste le moyen le plus clair et le plus bref pour présenter ces données. Il faut, cependant, que le géologue présente une catégorie correcte de données géologiques, pour les exprimer simplement, et pour baser ces cartes sur l'information géologique la plus récente.

Ces conclusions ont des conséquences sur les études géologiques entreprises dans le monde, si l'on veut que l'information géologique soit utilisée le plus largement possible par les non-géologues. Il faut examiner de manière critique la manière dont les données géologiques sont présentées. Cette présentation

permet-elle de communiquer les données géologiques avec succès ?  
Il faut aussi repenser radicalement les méthodes de saisie des données et évaluer le rôle que l'automatisation peut jouer. Ceci constitue un défi à relever pour toute étude géologique.

Références bibliographiques

EDMUNDS F. H. (1955). Geology and ourselves. London,  
Hutchinson & Co. 256 pp.

SHERLOCK R.L. (1931). Man's influence on the Earth. London,  
Thornton Butterworth. 256 pp.

INSTITUTE OF GEOLOGICAL SCIENCES (1978a). Regional Geochemical Atlas,  
Shetland Islands. London,  
Institute of Geological Sciences.

INSTITUTE OF GEOLOGICAL SCIENCES (1978b). Regional Geochemical Atlas,  
Orkney. London,  
Institute of Geological Sciences.

INSTITUTE OF GEOLOGICAL SCIENCES (1979). Regional Geochemical Atlas,  
South Orkney and Caithness. London,  
Institute of Geological Sciences.

INSTITUTE OF GEOLOGICAL SCIENCES (1982). Regional Geochemical Atlas,  
Sutherland. London,  
Institute of Geological Sciences.

NICKLESS E. F. P. (1982). Environmental geology of the Glenrothes  
district, Fife Region. Description of 1:25000 sheet  
NO 20.

Rep. Inst. Geol. Sci. No. 82/15

Tableau 1 Cartes de géologie d'environnement du plan NO 20  
(Glenrothes)

Cartes d'environnement (données de base)

- 1 Sites de sondage
- 2 Dépôts non consolidés
- 3 Lithologie des dépôts non consolidés
- 4 Propriétés techniques des dépôts non consolidés
- 5 Epaisseur des dépôts non consolidés
- 6 Profondeur de la nappe phréatique dans les dépôts non consolidés
- 7 Epaisseur de sable et de gravier
- 8 Géologie du socle
- 9 Lithologie du socle
- 10 Courbes de profil du toit des roches
- 11 Exploitation minière à faible profondeur
- 12 Risque de glissement naturel de terrain
- 13 Exploitation à ciel ouvert
- 14 Ressources en agrégats de roches dures
- 15 Ressources en calcaire
- 16 Argile pour briques et tuiles
- 17 Télite pour la fabrication des briques
- 18 Hydrogéologie

Cartes dérivées (combinant deux cartes élémentaires ou plus)

- 19 Potentiel de stockage souterrain à moins de 100 m de la surface
- 20 Ressources en sable et en gravier
- 21 Conditions du sol pour fondations
- 22 Ressources d'eau souterraine

Cartes de potentiel d'environnement (cartes résumées basées sur les cartes élémentaires et les cartes dérivées)

- A La carte intitulée Potentiel de développement résume les données figurant sur les divers plans indiqués dans la légende : on étudie la nature du sol et son aptitude pour supporter des structures légères correspondant à des immeubles à deux étages et à des usines à un seul étage envisagés pour le développement de cette zone qui comprendra essentiellement de telles constructions.
- B Zones prioritaires pour l'étude de site d'aménagement
- C<sub>1</sub> Ressources en surface ou à proximité de la surface qui pourraient être exploitées à ciel ouvert
- C<sub>2</sub> Ressources enterrées pouvant être exploitées à ciel ouvert
- C<sub>3</sub> Ressources enterrées pouvant être exploitées seulement par pompage ou extraction minière

TABLEAU 2. ETUDES RECENTES DE CARTES GEOLOGIQUES D'ENVIRONNEMENT

<u>N°</u>	<u>Région et échelle</u>	<u>Type de carte</u>
1.	Aberdeen 1:10000	1. Lithologie des dépôts en surface 2. Géologie des roches solides (simplifiée)
2.	Bournemouth Poole 1:10000	1. Géologie des roches de surface 2. Géologie des dépôts glaciaires, plus rapport décrivant la géologie, l'hydrogéologie, la géologie pour les constructions et d'autres facteurs utilisés pour la planification de l'occupation des sols
3.	Bridgend 1:10000	1. Géologie du socle, plus emplacement des sondages 2. Géologie des dépôts glaciaires indiquant l'épaisseur des dépôts et/ou les courbes de profil du toit des roches 3. Conditions du sol pour les fondations 4. Exploitation minière (charbon, minerais de fer, de plomb) 5. Constitution du sol, glissements de terrain, structures effondrées et trous ouverts 6. Ressources en calcaire et en dolomite 7. Ressources en grès 8. Ressources en sable et en gravier et argile céramique 9. Hydrogéologie

TABLEAU 2. (Suite)

<u>N°</u>	<u>Région et échelle</u>	<u>Type de carte</u>
4.	Brierley Hill (Dudley) 1:10000	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Affouillement et failles</li> <li>2. Galeries de mines et carrières</li> <li>3. Potentiel d'exploitation de charbon à ciel ouvert</li> </ol> <p>Ces cartes ont été établies à partir de cartes géologiques "traditionnelles" disponibles</p>
5.	Edinburg (limite SE de ville) 1:25000	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Emplacements de sondages</li> <li>2. Etudes de sites d'aménagement</li> <li>3. Dépôts non consolidés</li> <li>4. Lithologie des dépôts non consolidés</li> <li>5. Epaisseur des dépôts non consolidés</li> <li>6. Courbes de profil du toit des roches</li> <li>7. Géologie du socle</li> <li>8. Lithologie du socle</li> <li>9. Hydrogéologie</li> <li>10. Sites de charbon à ciel ouvert</li> <li>11. Sites de mines et de galeries</li> <li>12. Affouillement à moins de 50 m de la surface</li> <li>13. Ressources en sable et en gravier</li> <li>14. Ressources potentielles en eau souterraine</li> </ol>
6.	Exeter 1:10000	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Géologie des roches solides</li> <li>2. Géologie des dépôts glaciaires, plus rapport décrivant la géologie et l'hydrogéologie, la géologie technique des terrains et d'autres facteurs utilisables pour la planification de l'occupation des sols</li> </ol>

TABLEAU 2. (Suite)

<u>N°</u>	<u>Région et échelle</u>	<u>Type de carte</u>
7.	Falkirk 1:10000	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Géologie des roches solides</li> <li>2. Dépôts superficiels</li> <li>3. Epaisseur des dépôts glaciaires</li> <li>4. Informations sur l'exploitation minière</li> <li>5. Ressources en argile réfractaire (pour une partie de la région)</li> </ol>
8.	Fife 1:25000	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lithologie des dépôts glaciaires</li> <li>2. Epaisseur des dépôts glaciaires et profils des roches</li> <li>3. Géologie des roches solides</li> <li>4. Exploitations minières</li> </ol>
9.	Forth Estuary 1:50000	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Géologie technique des roches solides</li> <li>2. Profils d'épaisseur des dépôts glaciaires</li> <li>3. Profils jusqu'aux affleurements des dépôts glaciaires</li> <li>4. Répartition des exploitations minières</li> <li>5. Géologie des dépôts glaciaires</li> <li>6. Classification technique des sédiments de surface</li> <li>7. Coupes transversales géotechniques</li> <li>8. Carte de planification géotechnique pour les structures lourdes</li> </ol>
10.	Glasgow 1:10560 et 1:25000	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Emplacements des sondages, roches solides</li> <li>2. Emplacements des sondages, dépôts glaciaires</li> </ol>

TABLEAU 2. (Suite)

<u>N°</u>	<u>Région et échelle</u>	<u>Type de carte</u>
10.	(suite)	3. Epaisseur des dépôts glaciaires, valeurs affichées
		4. Epaisseur des dépôts glaciaires, courbes d'égale épaisseur
		5. Niveau des roches, valeurs affichées
		6. Niveau des roches, courbes de profondeur
		7. Profondeur jusqu'aux moraines de fond
		8. Lithologie des dépôts glaciaires
		9. Géomorphologie
		10. Géologie des roches solides (simplifiée)
		11. Informations sur les exploitations minières
		12. Exploitations minières actuelles
		13. Exploitations minières à moins de 30 m de la roche
		14. Lithologie des dépôts glaciaires ; propriétés techniques générales
		15. Hydrogéologie
	1:25000	16. Lithologie du socle
		17. Exploitations minières à l'exception du charbon
11.	Glenrothes 1:25000	1. Emplacements de sondages
		2. Dépôts non consolidés
		3. Lithologie des dépôts non consolidés
		4. Propriétés techniques des dépôts non consolidés
		5. Epaisseur des dépôts non consolidés

TABLEAU 2. (Suite)

<u>N°</u>	<u>Région et échelle</u>	<u>Type de carte</u>
11.	(suite)	6. Profondeur de la nappe phréatique dans les dépôts non consolidés
		7. Epaisseur de sable et de gravier
		8. Géologie du socle
		9. Lithologie du socle
		10. Courbes de profil du toit des roches
		11. Affouillement à faible profondeur
		12. Risque de glissement naturel de terrain
		13. Exploitations à ciel ouvert
		14. Ressources en agrégats de roches dures
		15. Ressources en calcaire
		16. Argile pour briques et tuiles
		17. Pélite pour la fabrication des briques
		18. Hydrogéologie
		19. Potentiel de stockage souterrain à moins de 100 m de la surface
		20. Ressources potentielles en sable et en gravier
		21. Conditions pour les fondations de bâtiments
		22. Ressources en eau souterraine
		A. Potentiel d'aménagement
		B. Zones prioritaires pour les études sur le site
		Cl. Ressources en surface ou à proximité de la surface pouvant être atteintes par exploitation à ciel ouvert

TABLEAU 2. (Suite)

<u>N°</u>	<u>Région et échelle</u>	<u>Type de carte</u>
11.	(suite)	C2. Ressources enterrées pouvant être atteintes par exploitation à ciel ouvert C3. Ressources enterrées pouvant être atteintes seulement par pompage ou extraction minière
12.	Greenock 1:10000	1. Géologie des roches solides (simplifiée) 2. Dépôts de surface 3. Epaisseur des dépôts glaciaires et courbes de profil du toit des roches 4. Informations sur l'exploitation minière
13.	Hamilton 1:10000	1. Géologie des roches solides (simplifiée) 2. Dépôts de surface 3. Epaisseur des dépôts glaciaires et courbes de profil du toit des roches 4. Informations sur l'exploitation minière
14.	Humberside 1:25000	1. Géologie des dépôts glaciaires 2. Epaisseur totale des dépôts glaciaires 3. Courbes de profil du toit des roches 4. Epaisseur des alluvions 5. Emplacements des sondages connus 6. Répartition des remblais 7. Propriétés techniques des dépôts non consolidés en surface 8. Potentiel d'aménagement

TABLEAU 2. (Suite)

<u>N°</u>	<u>Région et échelle</u>	<u>Type de carte</u>
15.	Londres 1:10000	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Géologie des roches solides, avec indications des conditions pour les fondations et remarques sur la lithologie</li> <li>2. Géologie des dépôts glaciaires, avec indications des conditions pour les fondations et remarques sur la lithologie</li> <li>3. Courbes d'épaisseur des dépôts glaciaires</li> <li>4. Densité des sondages</li> <li>5. Conditions pour les fondations</li> </ol>
16.	Morley 1:10000	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Répartition des remblais</li> <li>2. Répartition des dépôts glaciaires</li> <li>3. Ressources en matériaux de construction</li> <li>4. Exploitations minières souterraines</li> </ol>
17.	Northumberland SE 1:10000	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Géologie des roches solides</li> <li>2. Géologie des dépôts glaciaires</li> <li>3. Epaisseur des dépôts glaciaires et courbes de profil du toit des roches, et rapport et autres cartes pour la planification de l'occupation des sols</li> </ol>
18.	Peterhead 1:10000	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Géologie des roches solides (simplifiée)</li> <li>2. Géologie des dépôts glaciaires</li> </ol>
19.	Rothwell 1:10000	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Distribution des remblais</li> <li>2. Répartition des dépôts glaciaires</li> </ol>

TABLEAU 2. (Suite)

<u>N°</u>	<u>Région et échelle</u>	<u>Type de carte</u>
19.	(suite)	3. Emplacements des sondages 4. Exploitations minières souterraines
20.	Wiltshire O et SE Avon 1:25000	1. Géologie des roches solides 2. Géologie des dépôts glaciaires 3. Epaisseur des dépôts glaciaires 4. Courbes de profil du toit des roches 5. Remblais (nature et date d'apport, épaisseur) 6. Propriétés mécaniques du socle 7. Propriétés mécaniques des dépôts superficiels 8. Glissements de terrain et stabilité à l'arrêt 9. Angles d'inclinaison 10. Emplacements des galeries de mines 11. Extension des mines souterraines 12. Relations entre l'instabilité du sol et l'affaissement dû aux exploitations minières 13. Ressources en calcaire et en terre à foulon 14. Ressources en eau souterraine 15. Relations entre la présence d'eau souterraine et l'instabilité du sol 16. Carte de planification technique, et carte à plus grande échelle si nécessaire

TABLEAU 2. (Suite)

<u>N°</u>	<u>Région et</u> <u>échelle</u>	<u>Type de carte</u>
21.	Wishaw 1:25000	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Géologie des roches solides (simplifiée)</li><li>2. Lithologie des dépôts superficiels</li><li>3. Epaisseur des dépôts glaciaires</li><li>4. Courbes de profil du toit de la roche</li><li>5. Répartition des remblais</li><li>6. Informations sur l'exploitation minière</li><li>7. Emplacements des puits et des galeries à ciel ouvert</li></ol>

Liste des Figures

- Figure 1. Carte Schématique montrant l'emplacement de la région étudiée à Glenrothes, Fife, Ecosse.
- Figure 2. Extraits de quelques Cartes Géologiques d'Environnement établies à Glenrothes, Fife, Ecosse. Deux cartes élémentaires : nos. 9 et 11, et une carte dérivée, no. 19.
- Figure 3. Extraits de quelques Cartes de Géologie d'Environnement établies à Glenrothes, Fife, Ecosse. Deux cartes élémentaires : nos. 6 et 7, et une carte dérivée, no. 20.
- Figure 4. Projets de Géologie d'Environnement, terminés ou en cours, dans le nord de la Grande-Bretagne
- Figure 5. Projets de Géologie d'Environnement, terminés ou en cours, au sud de la Grande-Bretagne

La Figure 1 provient de Rep. Inst. Géol. Sci N° 82/15 (HMSO, 1982)

Les Figures 2 et 3 ont été établies à partir des figures apparaissant dans ce Rapport.

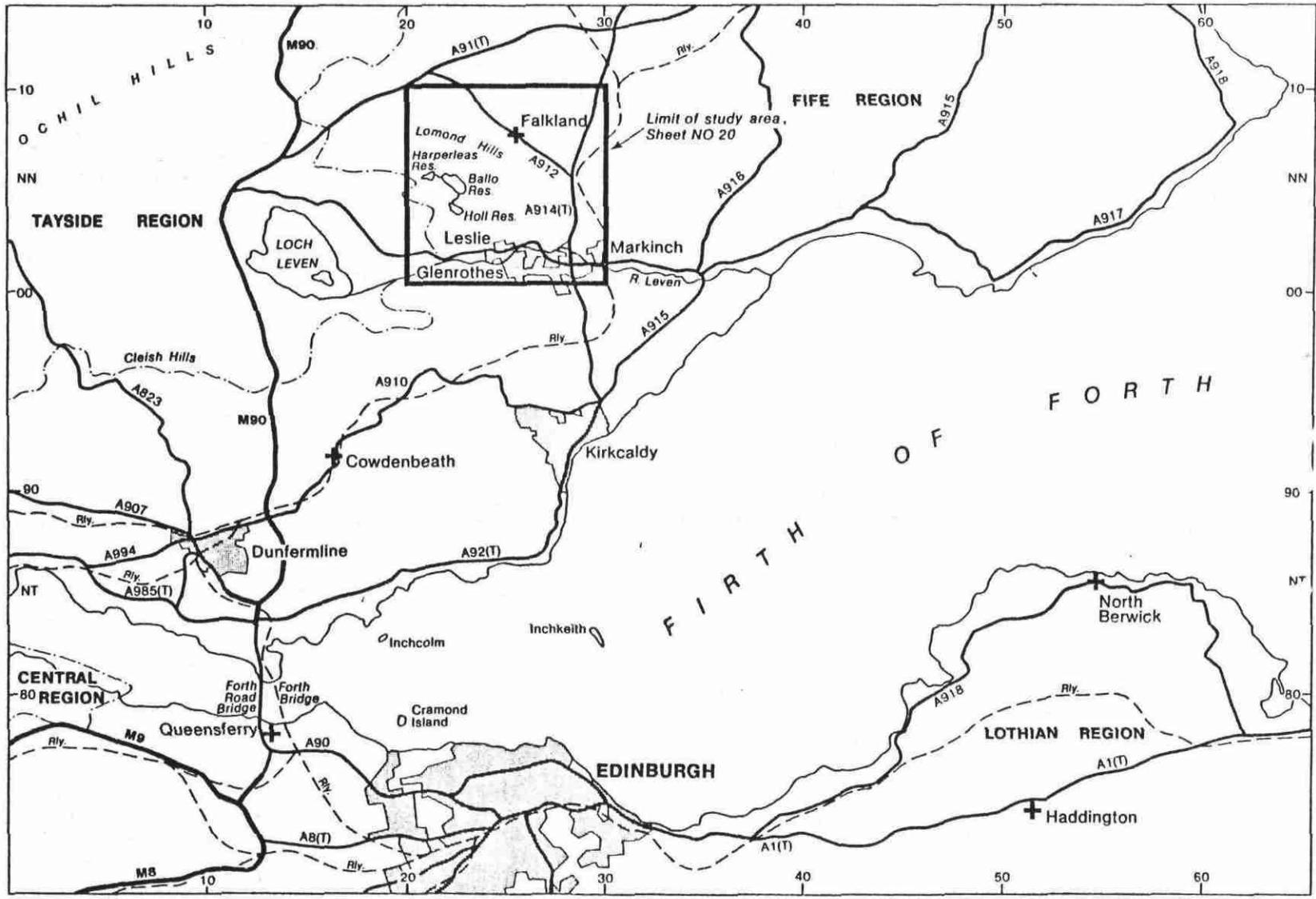
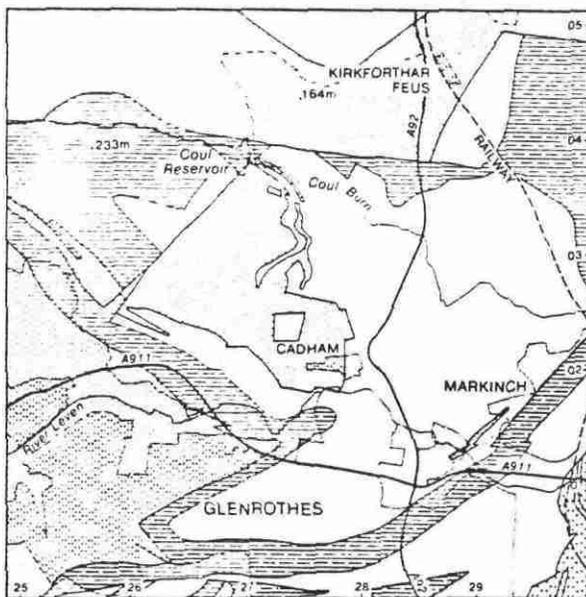


FIGURE 1

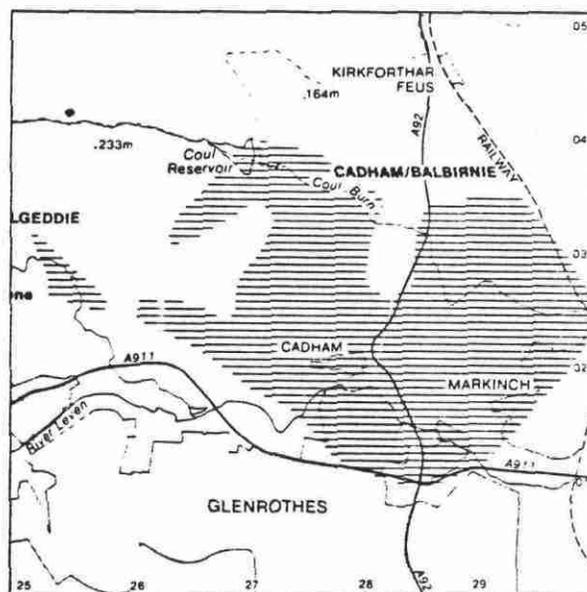


**ENVIRONMENTAL GEOLOGY  
MAP (GLENROTHES) SHEET 9  
BEDROCK LITHOLOGY**

-  Mainly sandstone with mudstone
-  Whinstone (mainly dolerite)
-  Mainly mudstone with sandstone, limestone and dolomite
-  Alternating strata comprising variable proportions of sandstone to mudstone with limestone and coal.

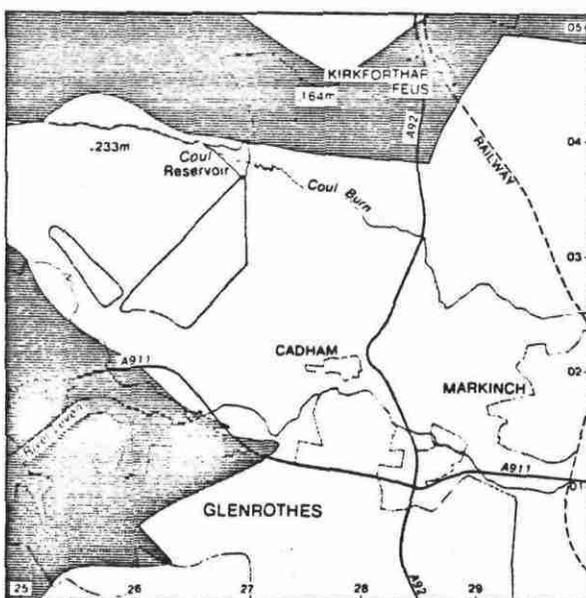
**ENVIRONMENTAL GEOLOGY  
MAP (GLENROTHES) SHEET 11  
SHALLOW UNDERMINING**

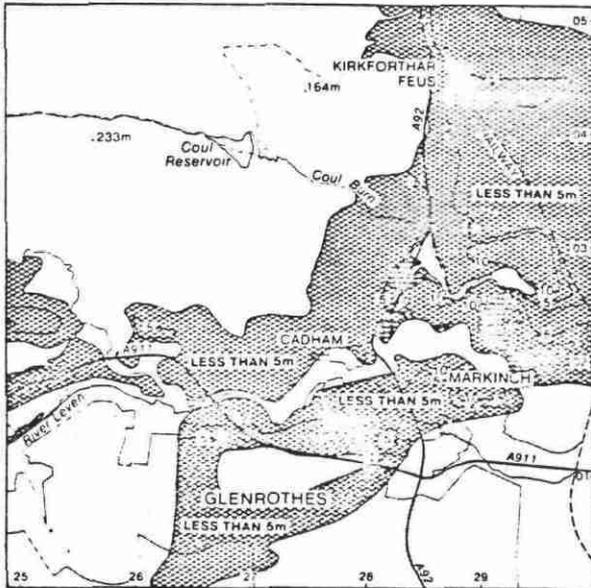
-  Areas which are probably undermined (within 50m below ground level). The stated figure is arbitrary and the overburden is not differentiated on the basis of consolidation



**ENVIRONMENTAL GEOLOGY  
MAP (GLENROTHES) SHEET 19  
UNDERGROUND STORAGE POTENTIAL WITHIN  
100m OF SURFACE**

-  **Fair** Areas in which there is a fair likelihood of finding sites suitable for underground storage. Rock generally sound, homogeneous and with low permeability
-  **Limited** Areas, some parts of which may prove suitable for some kinds of underground storage. Several interbedded rock types with different mechanical characteristics; moderate permeability
-  **Low** Areas which for the most part are likely to prove unsuitable for underground storage. Several interbedded rock types; some weak rocks and some with high permeability.





**ENVIRONMENTAL GEOLOGY  
MAP (GLENROTHES) SHEET 6  
DEPTH TO WATER IN UNCONSOLIDATED  
DEPOSITS**

-  Area considered
-  Area where the entire thickness of the unconsolidated deposits is dry
-  Depth (in metres) to water beneath the ground surface. The contour interval is 5m

**ENVIRONMENTAL GEOLOGY  
MAP (GLENROTHES) SHEET 7  
SAND AND GRAVEL THICKNESS**

-  Sand and gravel present
-  Sand and gravel absent
-  Total thickness (in metres) of potentially workable sand and gravel. The contour interval is 5m



**ENVIRONMENTAL GEOLOGY  
MAP (GLENROTHES) SHEET 20  
SAND AND GRAVEL POTENTIAL**

-  Sand and gravel generally greater than 10m thick: depth to water more than 10m below the ground surface
-  Sand and gravel generally greater than 10m thick: depth to water 5 to 10m below the ground surface
-  Sand and gravel generally greater than 5m thick: depth to water more than 5m below the ground surface
-  Sand and gravel less than 5m thick or absent

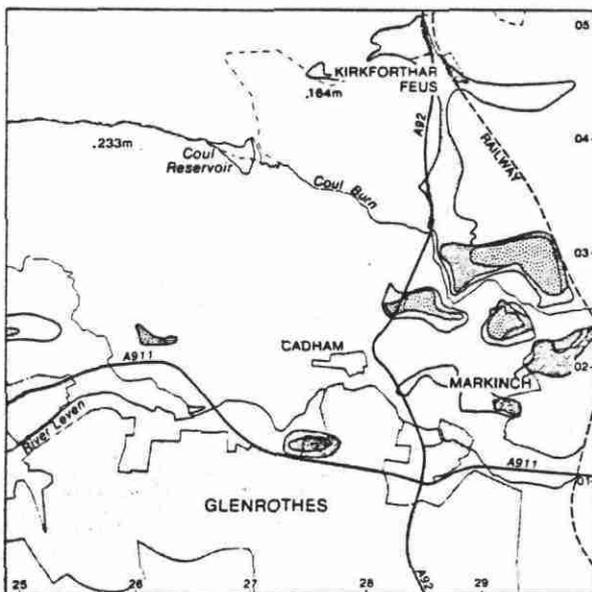


FIGURE 4

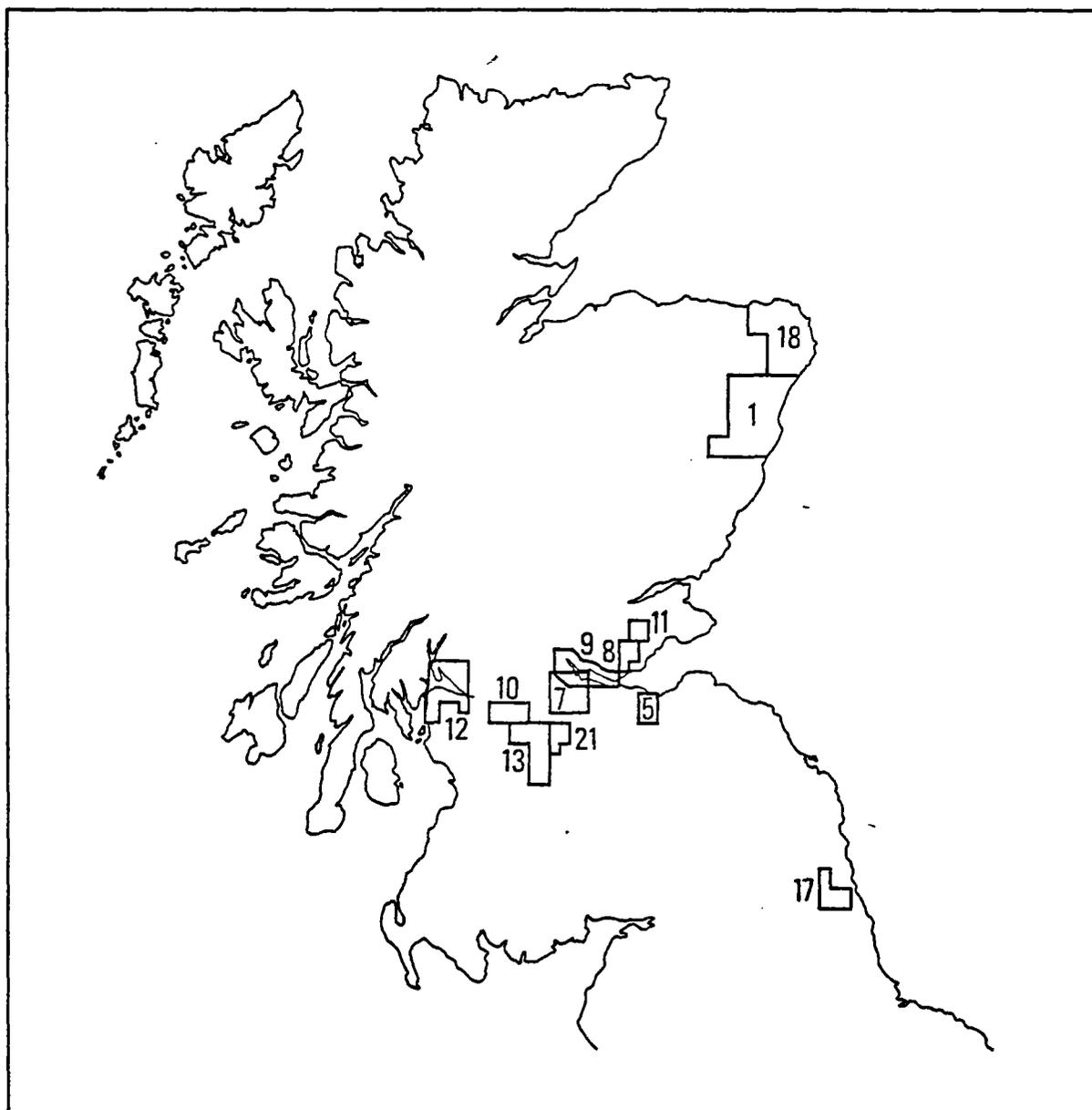


FIGURE 5

