

Document public



Découverte géologique du Nivernais

Notice d'utilisation du SIG
des feuilles 1/50 000 Saint-Saulge et Decize

Rapport final

BRGM/RP-58273-FR
Avril 2010



Découverte géologique du Nivernais

Notice d'utilisation du SIG des feuilles 1/50 000 Saint-Saulge et Decize


Rapport final

BRGM/RP-58273-FR
Avril 2010

Étude réalisée dans le cadre du projet
Référentiel Géologique de la France (RGF) - BRGM 2009

J. Roger, S. Noël, F. Gaudry et T. Baudin

<p>Vérificateur :</p> <p>Nom : J. Le Métour</p> <p>Date : 24 Mars 2010</p> <p>Signature :</p> 

<p>Approbateur :</p> <p>Nom : D. Janjou</p> <p>Date : 26 Mars 2010</p> <p>Signature :</p> 

l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.

Mots clés : Nivernais, Saint-Saulge, Decize, géologie, carte géologique, SIG.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

J. Roger, S. Noël, F. Gaudry et T. Baudin (2010) - Découverte géologique du Nivernais – Notice d'utilisation du SIG des feuilles 1/50 000 Saint-Saulge et Decize – Rapport BRGM/RP-58273-FR, 39 p., 22 fig., 3 tabl., 1 annexe et 1 DVD.

© BRGM, 2010, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Afin d'enrichir et de renouveler les produits livrés avec la Carte Géologique de la France à 1/50 000, la base de données afférente aux feuilles Saint-Saulge et Decize, en cours de publication, a été rassemblée, formatée et numérisée dans le but de réaliser le SIG de ce territoire nivernais. Dans l'optique de rendre accessible ces données à un large éventail d'utilisateurs, sous une forme à la fois simple et moderne, la base de données, initialement créée sous MapInfo, a été convertie afin de pouvoir utiliser le logiciel Google Earth comme support pour la visualisation et l'interrogation de ces données.

Cette réalisation, qui a valeur de test et reste ouverte aux critiques et amendements, a été mise en œuvre dans le cadre du projet **Référentiel Géologique de la France** (RGF), soutenu par la Direction de la Recherche du BRGM.

Sommaire

1. Objectifs	7
1.1. INTRODUCTION	7
1.2. LE SIG NIVERNAIS	7
2. Géologie du Nivernais (Saint-Saulge et Decize)	9
2.1. CADRE GÉOLOGIQUE DU NIVERNAIS	9
2.2. CONDITIONS DE FORMATION DES ENTITÉS GÉOLOGIQUES	16
3. Procédures mises en oeuvre	17
3.1. PRINCIPE DE LA DÉMARCHE	17
3.2. LISTE DES DONNÉES GÉOLOGIQUES SÉLECTIONNÉES	18
3.3. FORMATAGE ET ARCHITECTURE DES DONNÉES	24
3.3.1. Architecture des données	24
3.3.2. Procédures préalables à l'interrogation des données	25
3.3.3. Interrogation du SIG Nivernais	25
4. Bibliographie	35

Liste des figures

Figure 1 : Carte des reliefs de la Bourgogne (Source DIREN) montrant l'emprise de la région étudiée située à l'est de Nevers et à l'ouest des contreforts du Morvan.....	9
Figure 2 : Carte géologique du nord de la France (Source BRGM) montrant l'emprise du secteur étudié, au sud-est du Bassin de Paris.....	11
Figure 3 : Architecture des données sélectionnées.....	24
Figure 4 : Principales caractéristiques de l'Assise de Chitry.....	25
Figure 5 : Principales caractéristiques de l'unité toarcienne (en bleu).....	26
Figure 6 : Description détaillée de l'unité bajocienne j2b.	26

Figure 7 :	Carte reportant l'ensemble des points d'observation (carte de points des auteurs) sur fond géologique.	27
Figure 8 :	Extrait de la carte de points reportée sur fond satellitaire.....	27
Figure 9 :	Log géologique d’affleurement reporté sur fond géologique (Saint-Saulge).	28
Figure 10 :	Log de sondage minier sur fond géologique (Saint-Saulge).....	28
Figure 11 :	Log de sondage pour la recherche de charbon, présenté sur fond géologique (Decize).	29
Figure 12 :	Log de sondage tiré de la Banque de données du Sous-Sol (BSS).....	29
Figure 13 :	Autre exemple de log de sondage tiré de la BSS.	30
Figure 14 :	Description et photo d’affleurement : ancienne carrière dans le Rhétien (Decize).	30
Figure 15 :	Photo de macrofaciès : calcaire à gryphées du Sinémurien (Decize).	31
Figure 16 :	Etude micropaléontologique avec photo du microfaciès vu en lame mince (Decize).	31
Figure 17 :	Détail de la photo de la lame mince.....	32
Figure 18 :	Relevé de mesures structurales.	32
Figure 19 :	Relevé de cavité karstique.	33
Figure 20 :	Analyse chimique des éléments majeurs d’un granite (Saint-Saulge).	33
Figure 21 :	Description et photo de macrofaune (Decize).....	34
Figure 22 :	Description et photo de macroflore (Decize).....	34

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Tableau d’assemblage des deux cartes géologiques à 1/50 000 du Nivernais.....	10
Tableau 2 :	Liste exhaustive des unités lithostratigraphiques sédimentaires et magmatiques exposées sur les deux feuilles Saint-Saulge et Decize.	11
Tableau 3 :	Synthèse des principales caractéristiques retenues pour les unités lithostratigraphiques de la feuille Saint-Saulge.	23

Liste des annexes

Annexe 1 -	Log de la série mésozoïque exposée sur la feuille Saint-Saulge	37
------------	----------------------------------------------------------------------	----

1. Objectifs

1.1. INTRODUCTION

La carte géologique de la France à 1/50 000, accompagnée de sa notice explicative, constitue le document de référence, accessible à tous, utilisé pour éclairer la géologie à l’affleurement de notre pays. Malgré la richesse des informations qu’elle apporte, la carte reste cependant un produit hautement conceptuel, basé sur une interprétation des données et qui permet souvent difficilement, au lecteur, de prendre connaissance des données de base qui ont servi à l’établir. Certes, avec le temps, les notices sont devenues des documents de plus en plus complets, de mieux en mieux renseignés, largement enrichis de nombreuses informations complémentaires, souvent livrées en annexe de la notice (planches photographiques de fossiles index, logs de sondage ou de puits...). Cependant, malgré l’évolution et le succès des techniques numériques, il reste paradoxal, à l’époque du GPS et des appareils photos numériques, de ne pas pouvoir disposer de carte de localisation des points d’observation et d’échantillonnage et aussi de ne pas pouvoir avoir pleinement accès à une documentation photographique (paysages, faciès, fossiles, minéraux...), devenue si courante pour les utilisateurs d’Internet.

Ce produit a cependant montré des signes récents d’évolution, puisque la publication des cartes géologiques réalisées par le BRGM, à l’export, sous l’impulsion des organismes internationaux, principaux bailleurs de fonds (BM, BID, SYSMIN), s’accompagne de la livraison au client de l’ensemble des données géologiques qui ont permis de réaliser les cartes géologiques, aussi bien celles issues des travaux de compilation, que celles nouvellement acquises dans le cadre du projet. Fournies dans un premier temps (au début des années 2000) sous forme de dossier cartographique imprimé sur papier, ces données sont maintenant systématiquement numérisées, rassemblées et structurées dans un Système d’Information Géographique (SIG), qui est livré au client en complément de la carte géologique et de sa notice explicative (sur CD-Rom ou DVD ou installé sur un serveur). De nos jours, cette démarche tend à s’imposer dans les principaux services géologiques étrangers, notamment européens.

1.2. LE SIG NIVERNAIS

Dans le but de tester l’application de ces procédures, qui tendent à devenir un standard, au **programme de la Carte Géologique de la France** et de proposer aux utilisateurs potentiels des produits nouveaux qui viennent en complément des cartes et notices, il a été décidé, à titre d’expérience, de réaliser le SIG de l’entité géographique nivernaise formée par les feuilles à 1/50 000 **Saint-Saulge** (n° 522, publiée en 2006) et

Decize (n° 549, publication prévue en 2010) et de le livrer sous un format accessible au grand public. Le choix de ces deux coupures est en partie conjoncturel et s'explique par le fait que ces deux feuilles sont de levé récent et qu'elles s'appuient sur une base de données importante, déjà largement numérisée, à la fois diversifiée et homogène, actuellement disponible au BRGM.

Nourri de la volonté de sortir du champ étroit des utilisateurs scientifiques et de s'ouvrir aux éducateurs et au public cultivé, ce projet s'est donné comme but d'offrir, en complément des cartes et notices explicatives, un **produit nouveau**, livré sous forme numérique (CD ou DVD), qui rassemble l'information géologique disponible et pertinente concernant ces deux cartes géologiques à 1/50 000 et surtout la rend accessible à un large éventail d'utilisateurs, sous une forme simple et moderne, très visuelle et interactive. L'idée consiste à constituer en amont un SIG rassemblant les données disponibles et d'en permettre l'interrogation au moyen de *Google Earth*, logiciel d'utilisation simple et gratuit.

Notons que le projet ayant été réalisé, fin 2009, antérieurement à la validation de la carte Decize, le SIG nivernais ici proposé n'a pas pour ambition d'être exhaustif mais plutôt de présenter un **catalogue des données disponibles** pouvant être intégrées dans l'exemple choisi. Car au-delà de la réalisation du SIG nivernais, qui n'a que valeur d'exemple, la démarche initiée a pour ambition première de tester le concept, d'évaluer l'intérêt d'accompagner les futures cartes géologiques d'un tel type de produit et aussi, en cas de réponse positive, d'en mieux délimiter les contours. Le produit ici proposé s'inscrit dans le cadre du nouveau programme du Référentiel Géologique de la France. Il constitue une sorte de **prototype** (ou test de faisabilité), ouvert aux critiques et amendements, et qui, si son intérêt est confirmé, pourra être étendu à d'autres feuilles, sous réserve d'être adapté à chaque contexte géologique particulier.

2. Géologie du Nivernais (Saint-Saulge et Decize)

2.1. CADRE GÉOLOGIQUE DU NIVERNAIS

L'entité géographique recoupée par les deux feuilles de Saint-Saulge et Decize s'inscrit à la bordure sud-orientale du Bassin de Paris, entre la Loire et le Morvan, aux confins sud-occidentaux de la Bourgogne et au nord du Massif central (Fig. 1, Tableau 1). Localisée au sud-ouest du Nivernais, cette entité couvre plusieurs régions naturelles : les Amognes (Saint-Benin d'Azy), le Bazois et la région sud-nivernaise centrée sur Imphy-La Machine-Decize et traversée par la Loire.

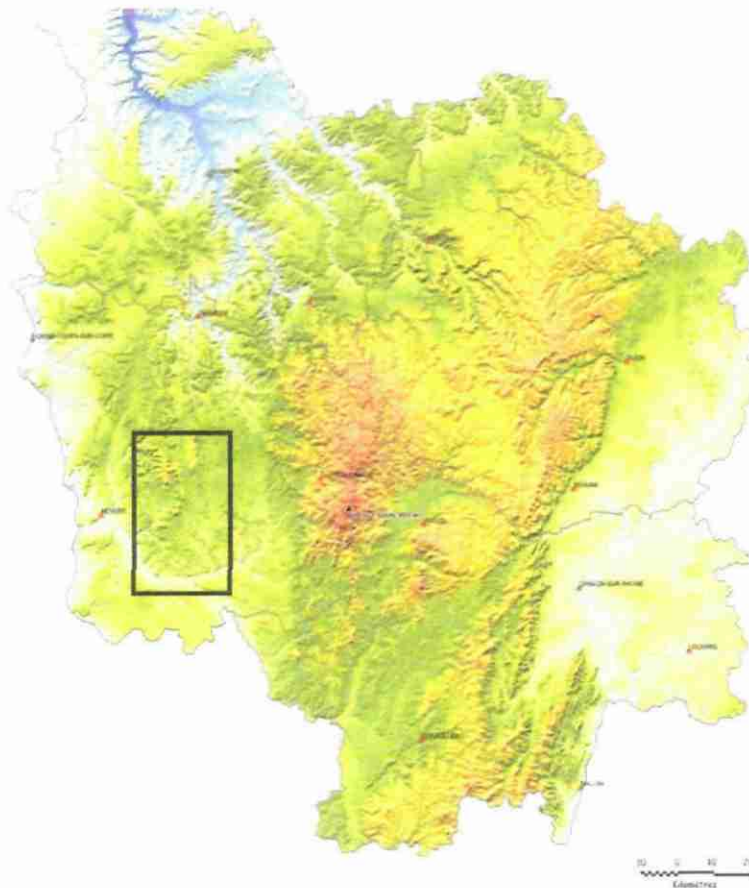


Figure 1 : Carte des reliefs de la Bourgogne (Source DIREN) montrant l'emprise de la région étudiée située à l'est de Nevers et à l'ouest des contreforts du Morvan.



Tableau 1 : Tableau d'assemblage des deux cartes géologiques à 1/50 000 du Nivernais.

Cette région recoupe à l'affleurement les auréoles sédimentaires mésozoïques les plus externes du Bassin parisien (Fig. 2), représentées par les terrains du Trias et du Jurassique inférieur à moyen (Lias-Dogger). Les terrains rapportés au Jurassique supérieur (Malm), au Crétacé et au Paléogène n'y sont que marginalement représentés ; seuls quelques bassins lacustres fini-paléogènes traversent les feuilles. Ceux-ci, de dimension modeste, apparaissent restreints à des secteurs étroits, effondrés en grabens. En complément, cette région est recoupée par plusieurs pointements de socle varisque : le horst de Neuville-lès-Decize et le horst de Saint-Saulge. Au cœur de la feuille de Decize, le horst de la Machine fait remonter à l'affleurement les unités sédimentaires carbonifères autrefois exploitées pour leur ressource en charbon et aussi les terrains permien qui les coiffent.

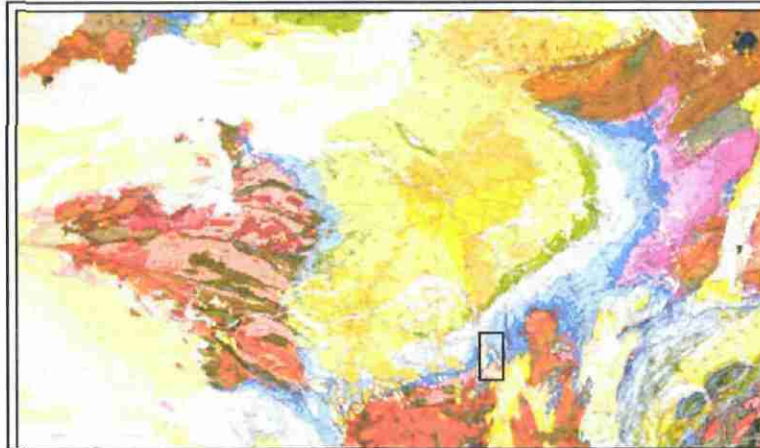


Figure 2 : Carte géologique du nord de la France (Source BRGM) montrant l'emprise du secteur étudié, au sud-est du Bassin de Paris.

Les terrains affleurants ont été subdivisés en plusieurs unités cartographiques, à valeur régionale, dont la liste figure ci-dessous (Tableau 2), et qui, dans leur grande majorité, représentent la couverture sédimentaire du Bassin de Paris. Formant des éperons avancés, au nord du Massif central, les unités représentatives du socle n'y sont que marginales, affleurant à la faveur de structures tectoniquement soulevées (horsts).

Tableau 2 : Liste exhaustive des unités lithostratigraphiques sédimentaires et magmatiques exposées sur les deux feuilles Saint-Sauge et Decize.

Notation	Unité lithostratigraphique	Age	Feuille
X	Formations anthropiques : Terrils, remblais	Cénozoïque - Quaternaire	Decize
Fy-z, Fy	Alluvions subactuelles à actuelles des rivières	Cénozoïque - Quaternaire	Decize, Saint-Saulge
F-C, FC	Alluvions et colluvions des fonds de vallons et bas de versants	Cénozoïque - Quaternaire	Decize, Saint-Saulge
Fx	Alluvions de terrasses fluviales anciennes	Cénozoïque - Quaternaire	Decize, Saint-Saulge
Fw	Alluvions de terrasses fluviales très anciennes	Cénozoïque - Quaternaire	Decize

CRj,CRj/Rj	Colluvions de versant, alimentées par les argiles à chailles	Cénozoïque - Quaternaire	Decize, Saint-Saulge
Ct _A	Colluvions de versant, alimentées par les marnes bariolées triasiques	Cénozoïque - Quaternaire	Decize
Ct _G	Colluvions de versant, alimentées par les grès et argiles bariolées triasiques	Cénozoïque - Quaternaire	Decize
Cr ₂	Colluvions de versant, alimentées par les argiles gréseuses saxoniennes	Cénozoïque - Quaternaire	Decize
Ch ₅	Colluvions de versant, alimentées par les grès et argiles stéphaniens	Cénozoïque - Quaternaire	Decize
Cr ₂	Colluvions de versant, alimentées par les argiles gréseuses saxoniennes	Cénozoïque - Quaternaire	Decize
Ch ₅	Colluvions de versant, alimentées par les grès et argiles stéphaniens	Cénozoïque - Quaternaire	Decize
FL, FL/AM, FL/Rj, FL/RI, FL/RtA	Formation des sables et argiles du Bourbonnais	Cénozoïque - Tertiaire	Decize, Saint-Saulge
RM	Blocs de meulière résiduelle développés aux dépens des calcaires lacustres éocènes	Cénozoïque - Tertiaire	Decize
AM, AM(?), AM/e3-4/Rj, AM/Rj	Altérites à meulières	Cénozoïque - Tertiaire	Decize
g ₂ -m ₁	Sables argileux, argiles et marnes vertes à blanches, calcaires gréseux	Cénozoïque - Tertiaire	Decize
e ₇ -g	Formation des marnes et calcaires lacustres du Nivernais	Cénozoïque - Tertiaire	Decize, Saint-Saulge
e ₅	Formation des marnes et calcaires lacustres de Sauvage	Cénozoïque - Tertiaire	Saint-Saulge
R	Bauxite	Cénozoïque - Tertiaire	Decize
β	Basalte	Cénozoïque - Tertiaire	Decize

e _{3.4} , e _{3.4} /Rj, e _{3.4} /Rn ₆ C-Rs, e _{3.4} /Rs, e _{3.4} /Rn ₆ C	Silcrète pédogénique	Cénozoïque - Tertiaire	Decize, Saint- Saulge
Rs	Altérites à silex crétacés	Cénozoïque - Tertiaire	Decize, Saint- Saulge
Rcs, Rcs/Rj	Altérites du Crétacé supérieur	Cénozoïque - Tertiaire	Decize, Saint- Saulge
Rn ₆ C	Conglomérat à galets et graviers de chailles oxydées, dragées de quartz et oursins (résiduels)	Mésozoïque - Crétacé	Decize, Saint- Saulge
Rn ₆ S	Sables glauconieux résiduels à dragées de quartz	Mésozoïque - Crétacé	Saint-Saulge
Rn ₆ L	Limon noir glauconieux résiduel	Mésozoïque - Crétacé	Saint-Saulge
n ₆ C-C ₅ , Rn ₆ C	Conglomérat du Bois de Grond : conglomérat marin à galets et graviers de chailles oxydées, dragées de quartz et oursins silicifiés résiduels	Mésozoïque - Crétacé	Decize, Saint- Saulge
Rj, Rj(?)	Argiles d'altération à chailles développées sur les calcaires du Dogger et du Malm	Mésozoïque - Crétacé	Decize, Saint- Saulge
RI, RI(?)	Argiles limoneuses d'altération développées aux dépens des formations marneuses du Lias	Mésozoïque - Crétacé	Decize, Saint- Saulge
RtA	Altérites sur marnes bariolées triasiques	Mésozoïque - Trias ?	Decize
j ₅	Calcaire et marnes à spongiaires	Mésozoïque - Jurassique	Saint-Saulge
j _{4a-b} , j _{4a}	Formation de la Pierre de Nevers : marnes et calcaires argileux à oursins	Mésozoïque - Jurassique	Decize, Saint- Saulge
j _{3c} (1), j _{3c3}	Calcaires oolitique et bioclastique blanc à bryozoaires et brachiopodes	Mésozoïque - Jurassique	Decize, Saint- Saulge
j _{3c2}	Marnes blanches	Mésozoïque - Jurassique	Decize

j _{3c1}	Calcaire argileux et marnes à brachiopodes	Mésozoïque - Jurassique	Decize
j _{3c}	Calcaires bioclastiques, marnes à brachiopodes, marnes blanches	Mésozoïque - Jurassique	Decize, Saint-Saulge
j _{3b}	Calcaire, calcaire argileux et marnes	Mésozoïque - Jurassique	Decize, Saint-Saulge
j _{2b-3a}	Calcaires argileux perforés et marnes à oolites ferrugineuses et ammonites	Mésozoïque - Jurassique	Decize, Saint-Saulge
j _{2b2}	Marnes et calcaire argileux	Mésozoïque - Jurassique	Decize
j _{2b1}	Calcaire à oolites ferrugineuses à <i>Strenoceras niortense</i>	Mésozoïque - Jurassique	Decize
j _{2b}	Marnes et calcaire argileux	Mésozoïque - Jurassique	Saint-Saulge
j _{2a}	Calcaire à entroques	Mésozoïque - Jurassique	Decize, Saint-Saulge
l ₄	Marnes et argiles grises à rares horizons carbonatés à ammonites	Mésozoïque - Jurassique	Decize, Saint-Saulge
l _{3s-4}	Calcaire à gryphées géantes	Mésozoïque - Jurassique	Decize, Saint-Saulge
l _{3s}	Marnes micacées grises	Mésozoïque - Jurassique	Decize, Saint-Saulge
l _{3i}	Marnes et calcaire argileux à bélemnites	Mésozoïque - Jurassique	Decize, Saint-Saulge
l ₃	Marnes et calcaires argileux indifférenciés	Mésozoïque - Jurassique	Decize, Saint-Saulge
l ₂	Calcaire bioclastique gris-bleu, calcaire argileux et marnes à gryphées arquées	Mésozoïque - Jurassique	Decize, Saint-Saulge
l ₁	Calcaire gréseux, calcaire oolitique et bioclastique à mollusques, calcaires micritiques	Mésozoïque - Jurassique	Decize
t _{7-l1}	Calcaire gréseux, calcaire oolitique et bioclastique à mollusques, calcaires micritiques ; grès fins	Mésozoïque - Jurassique	Saint-Saulge

	lenticulaires à la base		
t ₇	Grès arkosiques et argiles kaoliniques	Mésozoïque - Trias	Decize
t _A	Marnes bariolées à lits grésodolomitiques, localement gypsifères	Mésozoïque - Trias	Decize, Saint-Saulge
t _G	Grès et argiles bariolées	Mésozoïque - Trias	Decize, Saint-Saulge
t _C	Assise de Chitry : calcaires dolomitiques et arkoses silicifiés	Mésozoïque - Trias	Saint-Saulge
t	Grès, arkoses, argiles et marnes indifférenciés	Mésozoïque - Trias	Saint-Saulge
Q	Brèche tectonique hypersiliceuse	Paléozoïque	Saint-Saulge
Ar ₂	Altérites sur les argiles gréseuses saxoniennes	Paléozoïque	Decize
r ₂	Argiles gréseuses rouges à galets de rhyolites	Paléozoïque	Decize
Ah ₅	Altérites sur les faciès terrigènes stéphaniens	Paléozoïque	Decize
h ₅	Grès, siltite, argile ocre à niveaux charbonneux	Paléozoïque	Decize
v	Filon de Lamprophyre	Paléozoïque	Saint-Saulge
μγ	Filon de microgranite	Paléozoïque	Saint-Saulge
μγp	Granophyre	Paléozoïque	Saint-Saulge
py ³	Granite porphyroïde subalcalin, à biotite et rares amphiboles	Paléozoïque	Saint-Saulge
M ²	Diatexite leucocrate de grain fin à moyen, à deux micas et cordiérite pinitisée	Paléozoïque	Decize
AMζ ²	Altérites de migmatites indifférenciées à biotite et parfois cordiérite, sillimanite et/ou muscovite	Paléozoïque	Decize

2.2. CONDITIONS DE FORMATION DES ENTITÉS GÉOLOGIQUES

Afin d'éclairer le cadre géologique du Nivernais, un bref aperçu des conditions de formation des entités géologiques a été repris des notices explicatives des deux feuilles ; ce résumé est présenté ci-dessous.

Le socle varisque anté-stéphanien est représenté par les horsts de Neuville-lès-Decize et de Saint-Saulge. Le premier constitue un segment de l'Unité Supérieure des Gneiss du Massif central, composée de roches sédimentaires et magmatiques fortement métamorphisées, au cours d'une période allant du Silurien au Dévonien. Le horst de Saint-Saulge est composé d'un granite porphyroïde d'âge Tournaisien-Viséen, intrudé par un granophyre namurien, le tout étant recoupé par des filons de microgranite wesphalien et de lamprophyre d'âge stéphano-permien.

L'effondrement généralisé de la chaîne varisque, à partir du Stéphanien, permet l'installation des bassins houillers intra-montagneux stéphaniens qui vont se combler au Permien (feuille Decize).

Le cycle alpin marque, à partir du Trias, la naissance du Bassin de Paris. Dans le Nivernais, les dépôts marins s'y succèdent du Keuper au Crétacé supérieur, malgré une interruption au Crétacé inférieur, liée à un épisode émergatif majeur. Ce dernier est responsable du développement des profils d'altération qui affectent le sommet de la série jurassique (argiles à chailles) et amputent la série des termes jurassiques les plus récents (Malm). La convergence Afrique-Eurasie, initiée à partir du Coniacien, installe un régime compressif qui induit des déformations à grande longueur d'onde et permet le dépôt de faciès marins, qui, dans le Nivernais, ont été largement altérés et érodés par la suite.

Cette déformation s'amplifie à la fin du Crétacé et au début du Tertiaire, induisant l'émergence du Bassin parisien et sa profonde altération (argiles à silex, silicifications).

Le contexte extensif qui affecte la plaque européenne, à partir de l'Eocène supérieur et pendant l'Oligocène est responsable du développement des bassins lacustres du Nivernais. La réactivation des fossés oligocènes constitue des pièges pour les sédiments fluviatiles pliocènes, qui préfigurent les cours d'eau actuel de l'Allier et la Loire.

3. Procédures mises en oeuvre

3.1. PRINCIPE DE LA DÉMARCHE

Les Systèmes d'Information Géographique sont généralement gérés, au BRGM, au moyen des logiciels *Arcgis* ou *MapInfo*. Pour notre objet, le logiciel *MapInfo* a été ici préférentiellement choisi pour servir de vecteur pour la réalisation du SIG des deux cartes nivernaises.

La mise en chantier du SIG a exigé de définir, en premier lieu, un **modèle de représentation des données**, adapté au cadre géologique de la carte, à la ressource disponible et aussi au public visé. Une carte géologique dans le socle ne se serait pas appuyée sur le même corpus de données que cette carte de couverture sédimentaire. L'évaluation de la ressource disponible a pris en compte les données publiées avec la carte et aussi beaucoup des données publiées par ailleurs (publications, thèses, rapports), pouvant être valorisées dans le cadre de ce projet.

Une fois le projet cadré, il a fallu procéder à la collecte de toutes les données disponibles, se limitant cependant à celles **pouvant être géoréférencées**, à leur tri et sélection sur des critères de pertinence et de valeur pédagogique, enfin à leur mise en forme en prévision de leur publication numérique ; notons qu'il existe souvent dans les archives un déficit d'illustrations photographiques, pourtant essentielles au projet (photos de terrain, de paysage géologique, de carrière, de mines, de fossiles, de minéraux, de lame mince, etc...). Dans le cas présent, ce déficit constaté a imposé de réaliser une campagne de collecte complémentaire, ciblée sur les besoins identifiés.

La mise en oeuvre du SIG a ainsi impliqué la réalisation de plusieurs tâches, conjointement prises en charge par le géologue cartographe et un informaticien spécialiste de SIG.

Ces tâches se déclinent comme suit :

- rassemblement de la base de données afférente aux deux cartes et sélection des données jugées les plus pertinentes ;
- formatage et numérisation de ces données sous forme de fichiers image (.jpg) ou excel (.xls) ;
- géoréférencement des points d'observation figurant sur les cartes de points des auteurs des 2 feuilles ;
- intégration de la carte géologique vectorisée et géoréférencée de Saint-Saulge. La version finale de la carte de Decize n'étant pas encore disponible, une maquette provisoire a été incorporée sous forme d'image-raster ;
- réalisation du tableau reprenant la légende de la carte Saint-Saulge, déclinée suivant plusieurs critères éclairants (âge, contexte géodynamique, milieu de dépôt, grand cycle Transgression/Régression) ;

Le caractère hautement professionnel du logiciel MapInfo, sa complexité et son coût écartaient *a priori* l'hypothèse de s'en servir comme support pour livrer le produit final au grand public. Grâce à son caractère convivial, sa gratuité et aussi sa popularité, le logiciel **Google Earth** a été choisi comme support pour la représentation des données géologiques afférentes aux deux coupures Saint-Saulge et Decize ; ce dernier présentant l'avantage d'autoriser la superposition de l'information géologique à l'imagerie satellitaire offerte par ce logiciel, et aussi de permettre un repérage géographique simple et facile.

3.2. LISTE DES DONNÉES GÉOLOGIQUES SÉLECTIONNÉES

Le lever de la carte géologique de la France à 1/50 000 implique la collecte et/ou l'acquisition d'un vaste panel de données, ensuite exploité pour bâtir la maquette finale et rédiger la notice explicative annexée à la carte ; ces données peuvent être anciennes (d'origine bibliographique ou issues de la Banque de données du Sous-sol), ou récemment acquises dans le cadre des levés de terrain (mesures collectées et études réalisées à partir d'échantillons représentatifs) ; ces données doivent être nécessairement géoréférencées afin d'être utilisables dans le SIG.

Les données retenues sont de deux types : **surfaciques** (rattachées à des polygones) et **ponctuelles**. Si les secondes ont pu être collectées pour les deux feuilles, les premières ne concernent que la feuille Saint-Saulge, la seule actuellement disponible (publiée en 2006), la feuille Decize étant à ce jour en cours de finalisation et validation.

En conséquence, pour la carte de Saint-Saulge, l'information rattachée à chacun des polygones (représentatif d'une unité cartographique) a été enrichie de plusieurs rubriques : la notation de l'unité lithostratigraphique, sa description, son âge (début, fin, supposé), le contexte géodynamique de sa mise en place, le milieu de dépôt (pour les unités sédimentaires), le rattachement à un grand cycle Transgression/Régression, interprété d'après Guillocheau *et al.*, 2000. Les éléments retenus sont présentés dans le tableau 3.

Dans ce modèle les failles ne sont pas actives, ni renseignées. De même, il n'a pas été possible de rendre actifs les contours géologiques malgré le projet initial de distinguer quelques limites géologiques remarquables, telles les surfaces d'inondation maximale.

En complément, en prévision de l'intérêt du lecteur pour accéder rapidement à plus d'information (descriptif détaillé tiré de la notice explicative), une rubrique active (**pour en savoir plus**) a été ajoutée à ce tableau, accessible sur un simple clic.

Cette procédure n'a pu être mise en œuvre pour la feuille Decize, les polygones représentant les unités lithostratigraphiques de la carte ne pouvant pas être interrogés dans le cas présent.

Pour l'ensemble des deux feuilles Saint-Saulge et Decize, les données géologiques **ponctuelles** sélectionnées dans le cadre du projet sont de plusieurs types :

- log de sondages carottés ou réalisés en destructif, liés à la recherche du charbon, la prospection minière, ou encore en support à la cartographie géologique ;
- coupe géologique d’affleurement ;
- analyse micropaléontologique sur lame mince de roche indurée ou en lavage, sur roche meuble ;
- illustration photographique de lame mince (microfaciès) ;
- illustration photographique d’affleurements (macrofaciès) ;
- illustration photographique de fossile (macrofaune et macroflore) ;
- analyse chimique sur roche totale (éléments majeurs et traces) ;
- donnée structurale (pendage) ;
- donnée de nature hydrogéologique (cavité karstique).

La liste énoncée ci-dessus n’est cependant pas exhaustive, plusieurs autre types de données auraient pu être introduites dans le projet si le cadre géologique avait été différent (en domaine de socle notamment) et/ou si une plus grande variété de travaux avaient concernés ces cartes : analyse géochronologique, degré de métamorphisme, mesure de la schistosité, substance minérale, surface d’inondation maximale,... par exemple. Rappelons en complément, que les données bibliographiques constituent aussi une vaste ressource qui peut être exploitée à la guise de chacun, à condition de pouvoir géoréférencer *a posteriori* les données collectées.

	Notation	Unité lithostratigraphique	Age début	Age fin	Age supposé	Contexte géodynamique	Milieu de dépôt	Grands cycles Transgression-Régression (Guillocheau <i>et al.</i> , 2000)
1	Fy-z	Alluvions subactuelles à actuelles des rivières : galets, graviers, sables, limons			Quaternaire		Continental fluviale	
2	F-C	Alluvions et colluvions des fonds de vallons et bas de versants			Quaternaire		Continental fluviale	
3	Fx	Terrasses alluviales anciennes : galets et graviers à chailles			Quaternaire		Continental fluviale	
4	CRj	Colluvions de versant, alimentées par les argiles à chailles			Quaternaire		Continental	
5	FL	Formation des sables et argiles du Bourbonnais : sables grossiers, sables argileux et argiles sableuses	Pliocène supérieur	Pliocène supérieur		Bassin cratonique en extension (grabens)	Continental fluviale	
6	e _{7-g}	Formation des marnes et calcaires lacustres du Nivernais	Priabonien	Rupélien		Bassin cratonique en extension (grabens)	Lacustre palustre	Cycle Bartonien terminal-Aquitaniens
7	e ₅	Formation des marnes et calcaires lacustres de Sauvage	Lutétien	Lutétien		Bassin cratonique en extension (grabens)	Lacustre palustre	
8	e ₃₋₄	Silcrète pédogénétique			Eocène inférieur à moyen	Bassin intracratonique en compression	Continental	Cycle Danien-Bartonien
9	e ₃₋₄ / Rn ₆ C-RS	Silcrète pédogénétique développée sur les conglomérats albiens et les altérites à silex crétacées			Eocène inférieur à moyen	Bassin intracratonique en compression	Continental	Cycle Danien-Bartonien

10	e ₃₋₄ /RS	Silcrète pédogénétique développée sur les altérites à silex du Crétacé supérieur			Eocène inférieur à moyen	Bassin intracratonique en compression	Continental	Cycle Danien-Bartonien
11	e ₃₋₄ /Rn ₆ C	Silcrète pédogénétique développée sur les conglomérats albiens			Eocène inférieur à moyen	Bassin intracratonique en compression	Continental	Cycle Danien-Bartonien
12	RS	Altérites paléogènes à silex crétacés			Paléocène à Eocène	Bassin intracratonique en compression	Continental	Cycle Danien-Bartonien
13	Rcs	Altérites paléogènes : sables fins à moyens résiduels du Crétacé supérieur			Paléocène à Eocène	Bassin intracratonique en compression	Continental	Cycle Danien-Bartonien
14	Rn ₆ C	Conglomérat à galets et graviers de chailles oxydées, dragées de quartz et oursins (résiduels)			Albien	Bassin intracratonique en extension	Marin deltaïque	Cycle Albien-Cénomaniens
15	Rn ₆ S	Sables glauconieux résiduels à dragées de quartz			Albien	Bassin intracratonique en extension	Marin deltaïque	Cycle Albien-Cénomaniens
16	Rn ₆ L	Limon noir glauconieux résiduel			Albien	Bassin intracratonique en extension	Marin deltaïque	Cycle Albien-Cénomaniens
17	n ₆ C-C ₅	Conglomérat du Bois de Grond : conglomérat marin à galets et graviers de chailles oxydées, dragées de quartz et oursins silicifiés résiduels			Albien à Campanien		Fluvio-marin	
18	Rj	Argiles d'altération à chailles développées sur les calcaires du Dogger et du Malm			Crétacé inférieur	Bassin intracratonique en compression (flambage lithosphérique)	Continental	
19	RI	Argiles limoneuses d'altération développées au dépend des formations marneuses du Lias			Crétacé inférieur	Bassin intracratonique en compression (flambage lithosphérique)	Continental	
20	j ₅	Calcaire et marnes à spongiaires	Oxfordien moyen	Oxfordien supérieur		Bassin intracratonique en extension	Plate-forme interne	Cycle Aalénien-Oxfordien

21	j _{4a}	Formation de la Pierre de Nevers : marnes et calcaires argileux à oursins	Callovien inférieur	Callovien inférieur		Bassin intracratonique en extension	Plate-forme interne	Cycle Aalénien-Oxfordien
22	j _{3c(1)}	Calcaires oolitique et bioclastique blancs	Bathonien supérieur	Bathonien supérieur		Bassin intracratonique en extension	Plate-forme interne	Cycle Aalénien-Oxfordien
23	j _{3c}	Calcaires bioclastiques, marnes à brachiopodes, marnes blanches	Bathonien supérieur	Bathonien supérieur		Bassin intracratonique en extension	Plate-forme interne	Cycle Aalénien-Oxfordien
24	j _{3b}	Calcaires, calcaires argileux et marnes	Bathonien inférieur	Bathonien moyen		Bassin intracratonique en extension	Plate-forme interne	Cycle Aalénien-Oxfordien
25	j _{2b-3a}	Calcaires argileux perforés et marnes à oolites ferrugineuses et ammonites	Bajocien supérieur terminal	Bathonien inférieur		Bassin intracratonique en extension	Plate-forme interne	Cycle Aalénien-Oxfordien
26	j _{2b}	Marnes et calcaire argileux	Bajocien supérieur	Bajocien supérieur		Bassin intracratonique en extension	Plate-forme interne	Cycle Aalénien-Oxfordien
27	j _{2a}	Calcaire à entroques	Bajocien inférieur	Bajocien inférieur		Bassin intracratonique en extension	Plate-forme interne	Cycle Aalénien-Oxfordien
28	l ₄	Marnes et argiles grises à rares horizons carbonatés à ammonites	Toarcien	Toarcien		Bassin intracratonique en extension	Plate-forme externe	Cycle Carnien-Toarcien
29	l _{3s-4}	Calcaire à gryphées géantes	Domérien supérieur	Toarcien basal		Bassin intracratonique en extension	Plate-forme interne	Cycle Carnien-Toarcien
30	l _{3s}	Marnes micacées grises	Domérien inférieur	Domérien inférieur		Bassin intracratonique en extension	Plate-forme externe	Cycle Carnien-Toarcien
31	l _{3j}	Marnes et calcaire argileux à bélemnites	Carixien	Carixien		Bassin intracratonique en extension	Plate-forme externe	Cycle Carnien-Toarcien
32	l ₃	Marnes et calcaires argileux indifférenciés	Carixien	Domérien inférieur		Bassin intracratonique en extension	Plate-forme externe	Cycle Carnien-Toarcien

33	l ₂	Calcaires bioclastiques gris-bleu, calcaire argileux et marnes à gryphées arquées	Sinémurien inférieur	Sinémurien supérieur (Lotharingien)		Bassin intracratonique en extension	Plate-forme interne	Cycle Carnien-Toarcien
34	t _{7-l₁}	Calcaires gréseux, calcaires oolitique et bioclastique à mollusques, calcaires micritiques ; grès fins lenticulaires à la base	Rhétien	Hettangien		Bassin intracratonique en extension	Littoral sableux	Cycle Carnien-Toarcien
35	tA	Marnes bariolées à lits grésodolomitiques			Trias supérieur	Bassin intracratonique en extension	Plaine côtière	Cycle Carnien-Toarcien
36	tG	Grès et argiles bariolées			Trias supérieur	Bassin intracratonique en extension	Fluviatile	Cycle Carnien-Toarcien
37	t	Grès, arkoses, argiles et marnes indifférenciés			Trias supérieur	Bassin intracratonique en extension		Cycle Carnien-Toarcien
38	tC	Assise de Chitry : calcaires dolomitiques et arkoses silicifiés			Trias supérieur	Bassin intracratonique en extension	Plaine côtière	Cycle Carnien-Toarcien
39	Q	Brèche tectonique hypersiliceuse			post-Trias		Continental	
40	v	Filon de Lamprophyre	Viséen	Saxonien		Extension continentale	Filon magmatique	
41	μγ	Filon de microgranite	Viséen	Viséen		Extension continentale	Filon magmatique	
42	μγρ	Granophyre	Stéphanien	Stéphanien		Extension continentale	Batholite intrusif	
43	ργ ³	Granite porphyroïde subalcalin, à biotite et rares amphiboles	Viséen	Viséen		Extension continentale	Batholite intrusif	

Tableau 3 : Synthèse des principales caractéristiques retenues pour les unités lithostratigraphiques de la feuille Saint-Saulge.

3.3. FORMATAGE ET ARCHITECTURE DES DONNÉES

Les fichiers et tables gérées sur MapInfo ont été, dans un second temps, transformés en fichiers Google Earth, dotés de l'extension .kml.

3.3.1. Architecture des données

L'architecture des données est la suivante (Fig. 3) :

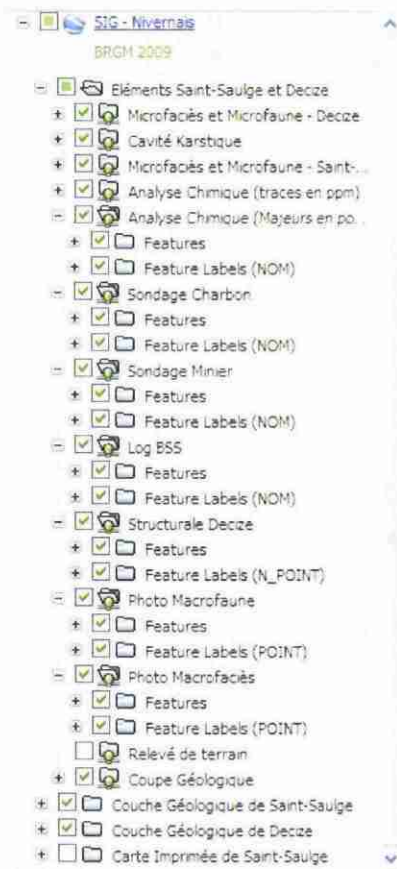


Figure 3 : Architecture des données sélectionnées.

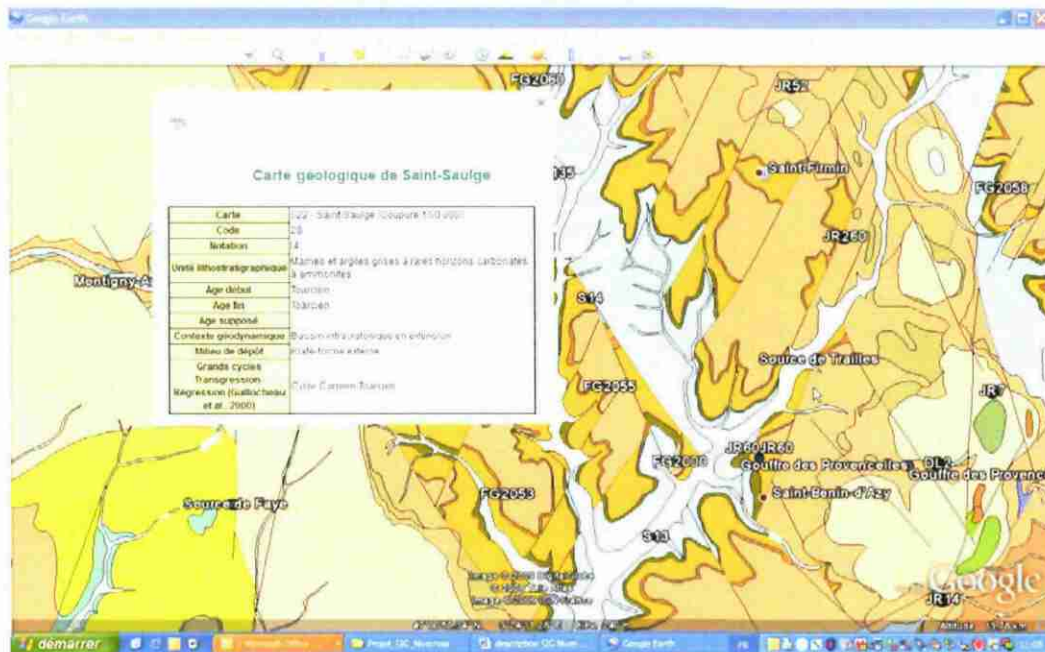


Figure 5 : Principales caractéristiques de l'unité toarcienne (en bleu).

En complément, un bouton actif permet au lecteur **d'en savoir plus** et d'accéder directement au texte descriptif complet de l'unité lithostratigraphique sélectionnée tiré de la Notice explicative.

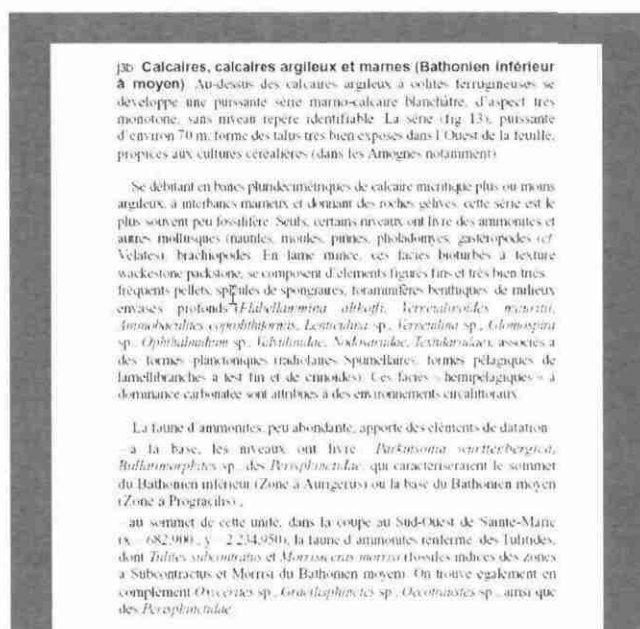


Figure 6 : Description détaillée de l'unité bajocienne j2b.

De la même façon, les **données ponctuelles** introduites dans le SIG peuvent être interrogées sur un simple clic.

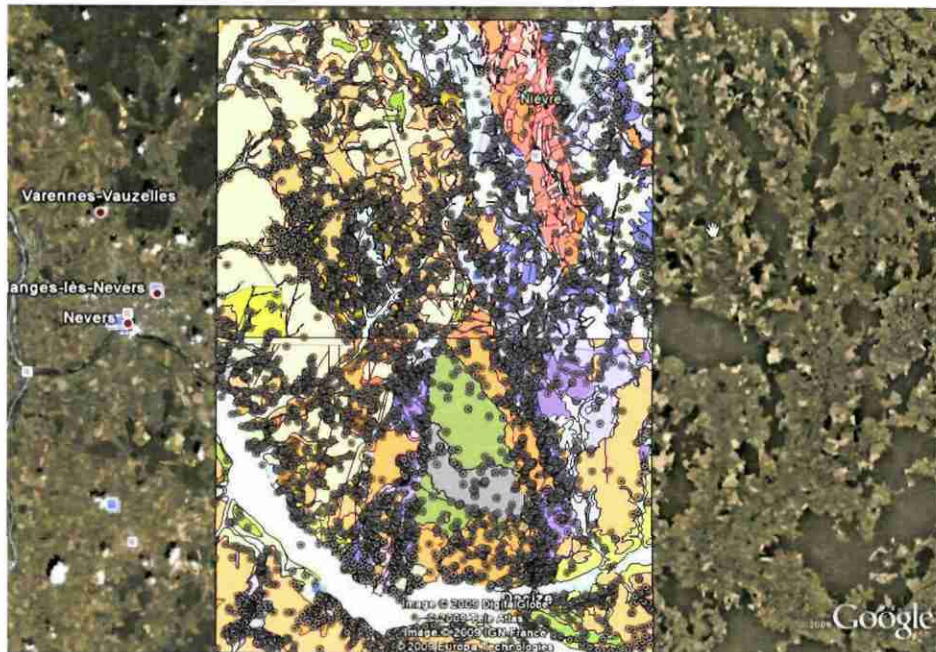


Figure 7 : Carte reportant l'ensemble des points d'observation (carte de points des auteurs) sur fond géologique.



Figure 8 : Extrait de la carte de points reportée sur fond satellitaire.

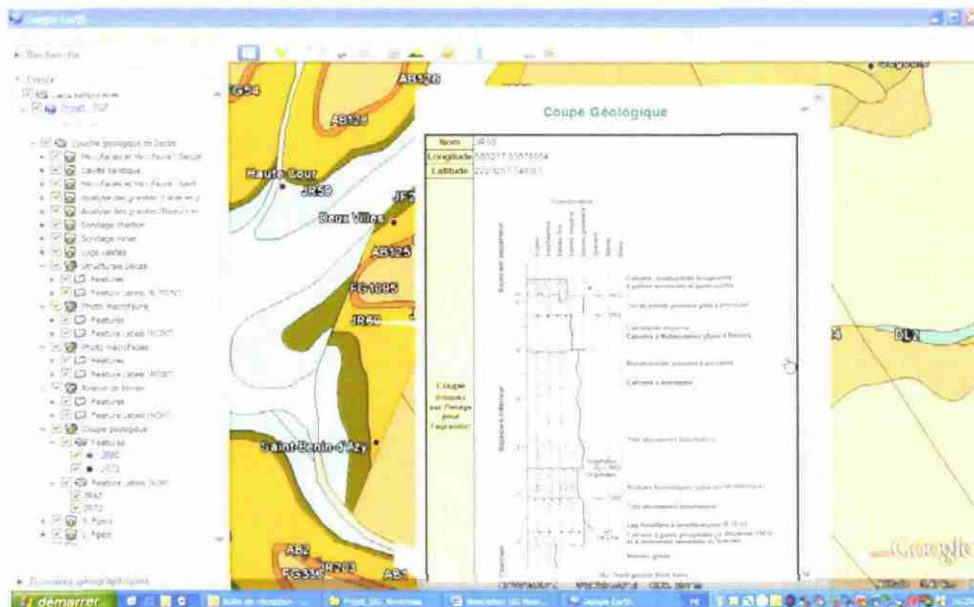


Figure 9 : Log géologique d’affleurement reporté sur fond géologique (Saint-Saulge).

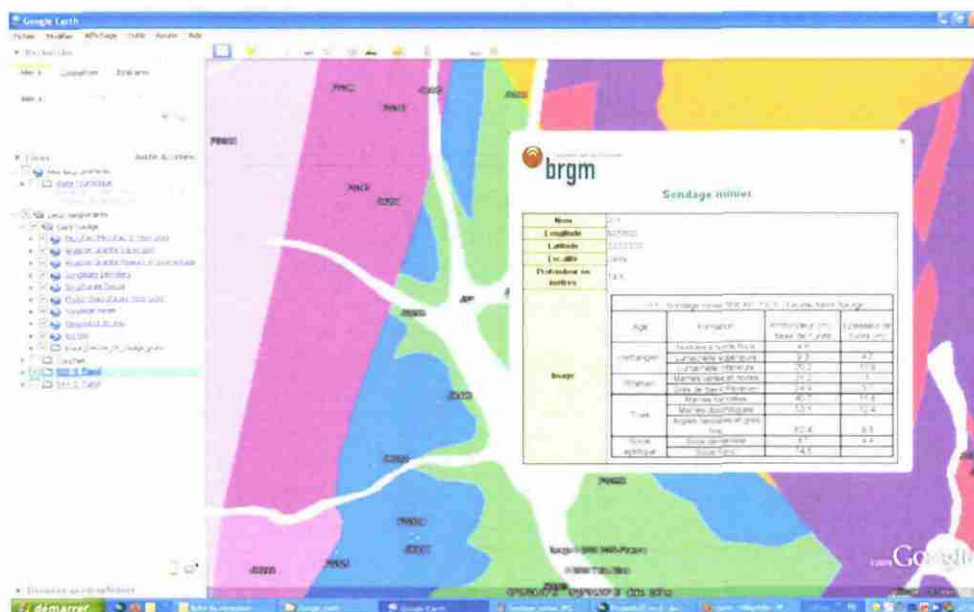


Figure 10 : Log de sondage minier sur fond géologique (Saint-Saulge).

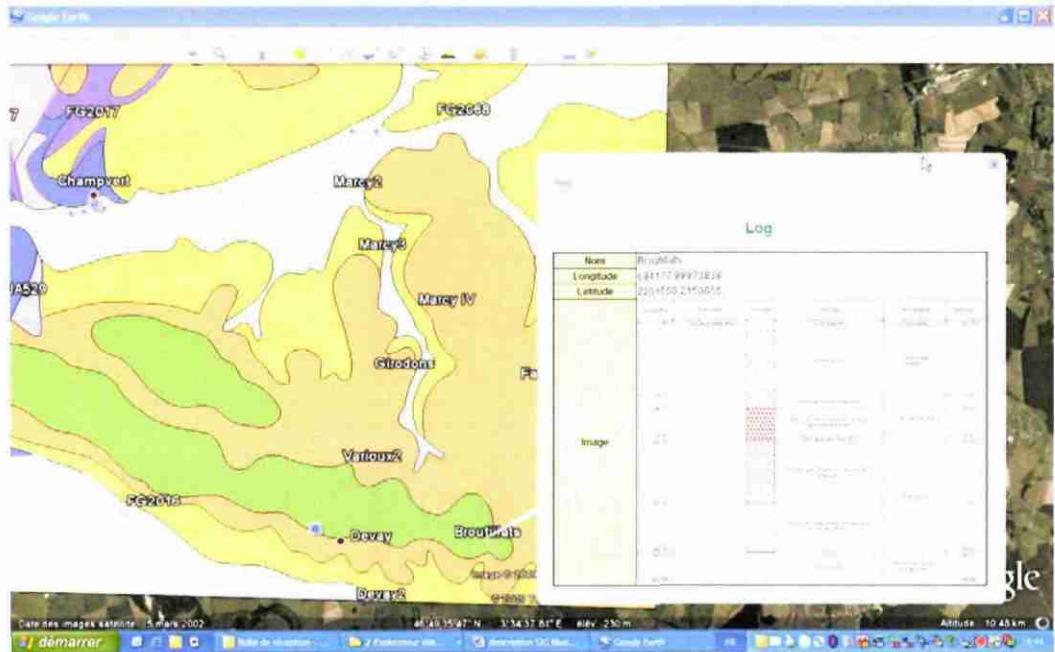


Figure 11 : Log de sondage pour la recherche de charbon, présenté sur fond géologique (Decize).

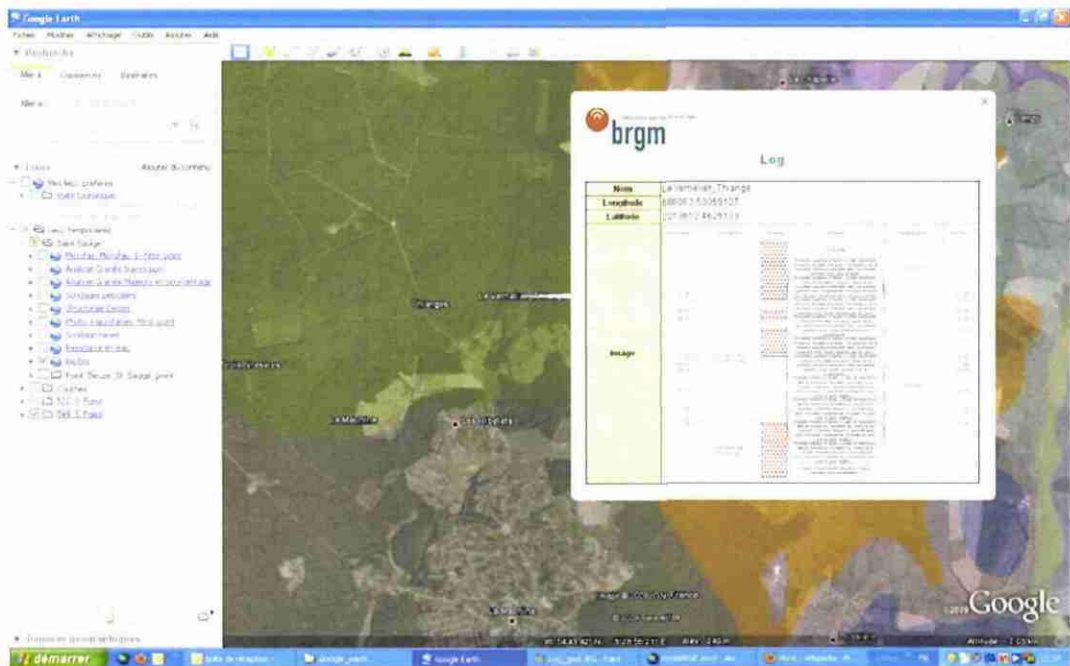


Figure 12 : Log de sondage tiré de la Banque de données du Sous-Sol (BSS).



Figure 15 : Photo de macrofaciès : calcaire à gryphées du Sinémurien (Decize).



Figure 16 : Etude micropaléontologique avec photo du microfaciès vu en lame mince (Decize).

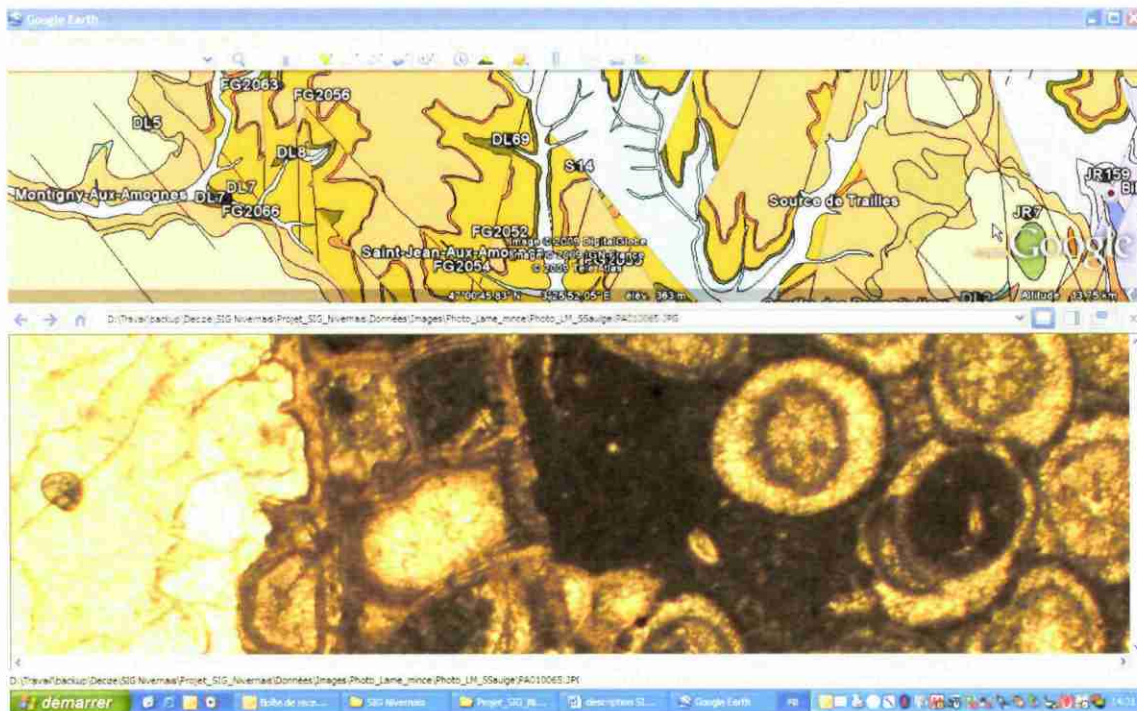


Figure 17 : Détail de la photo de la lame mince.

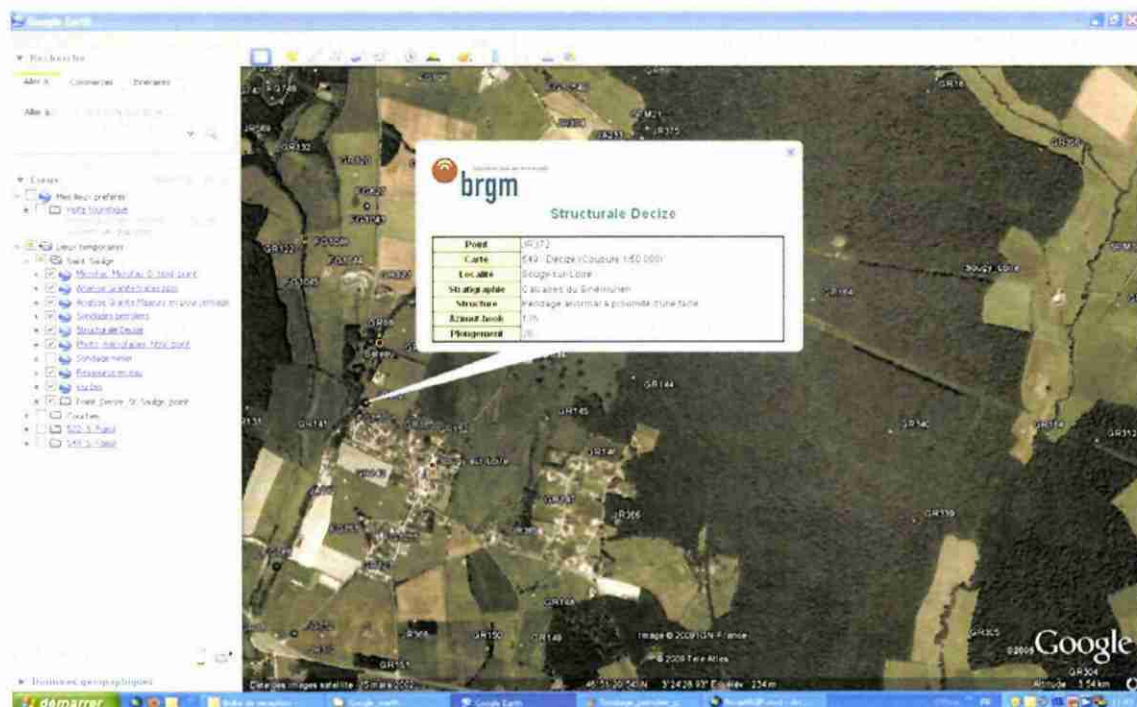


Figure 18 : Relevé de mesures structurales.

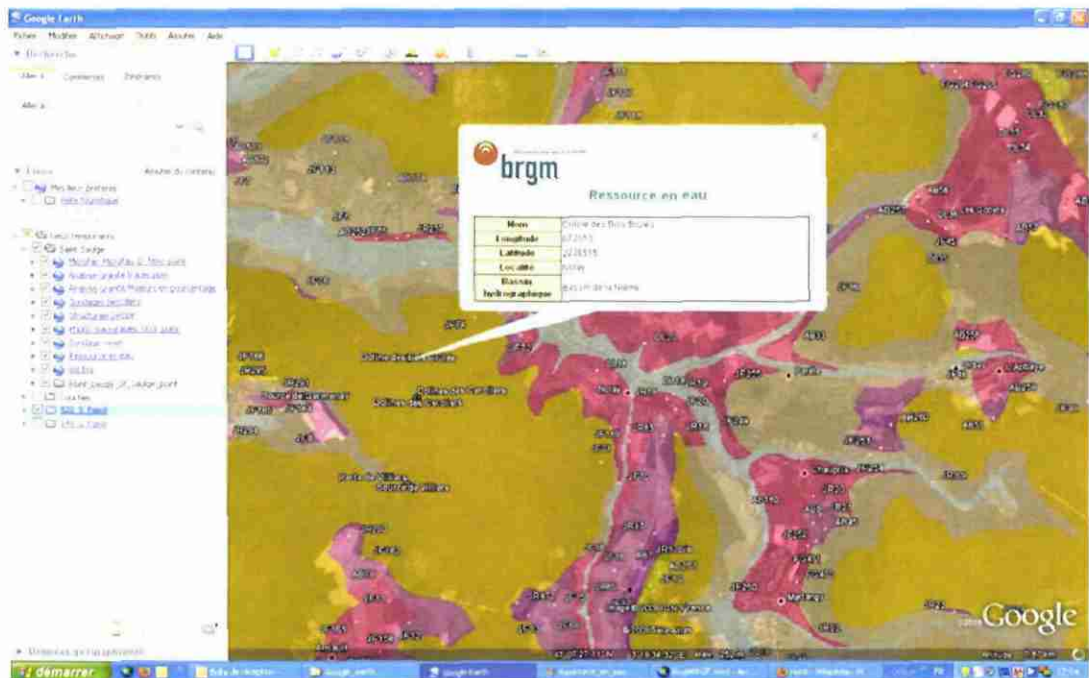


Figure 19 : Relevé de cavité karstique.

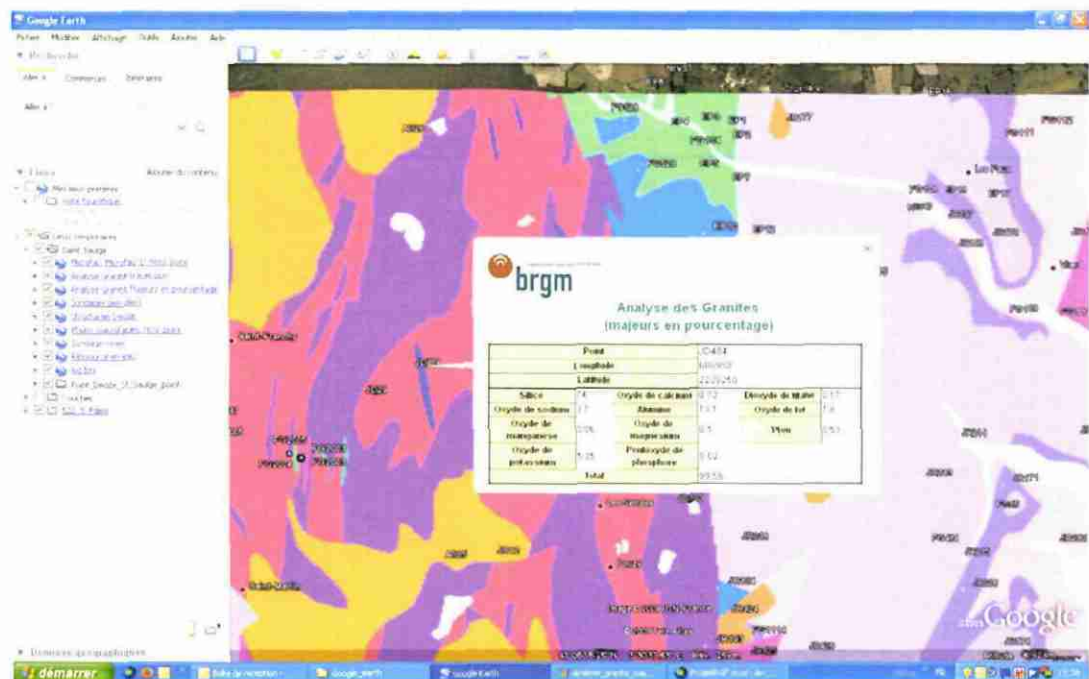


Figure 20 : Analyse chimique des éléments majeurs d'un granite (Saint-Saulge).

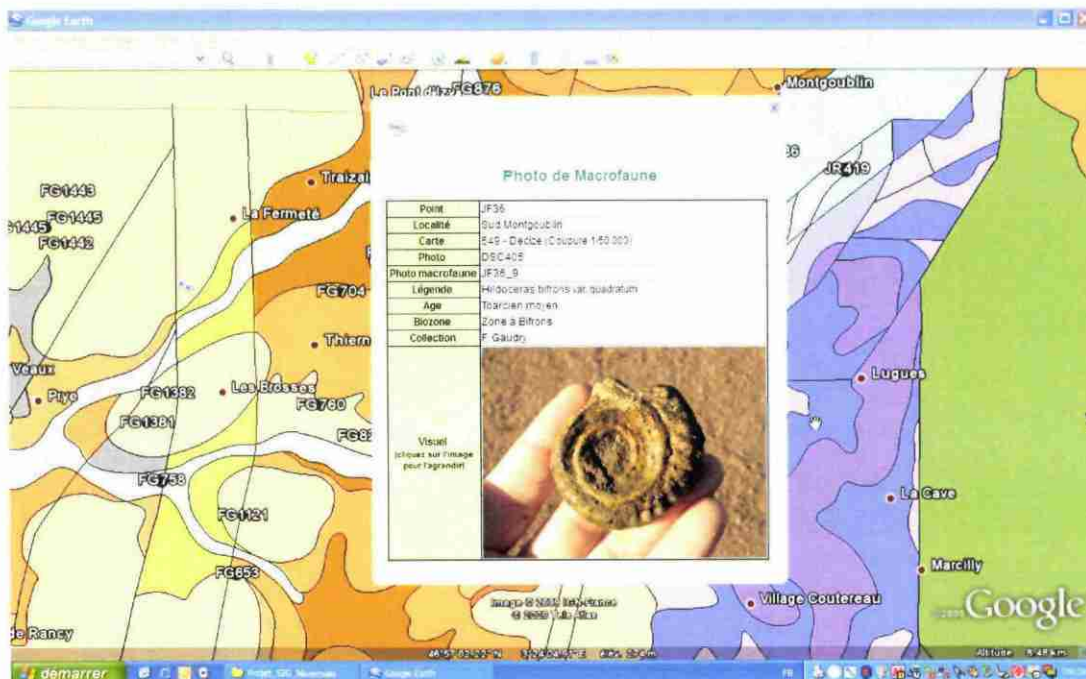


Figure 21 : Description et photo de macrofaune (Decize).

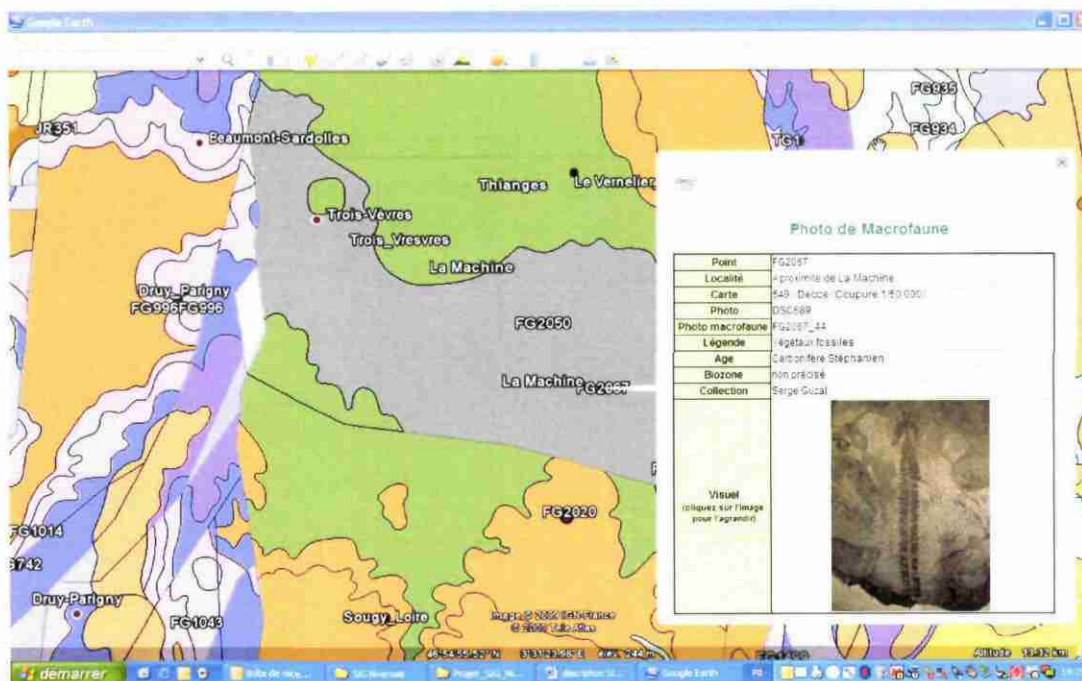


Figure 22 : Description et photo de macroflore (Decize).

4. Bibliographie

Guillocheau F. et al. (2000) – Meso-Cenozoic geodynamic evolution of the Paris Basin: 3D stratigraphic constraints. *Geodinamica Acta*, 13, pp. 189-246.

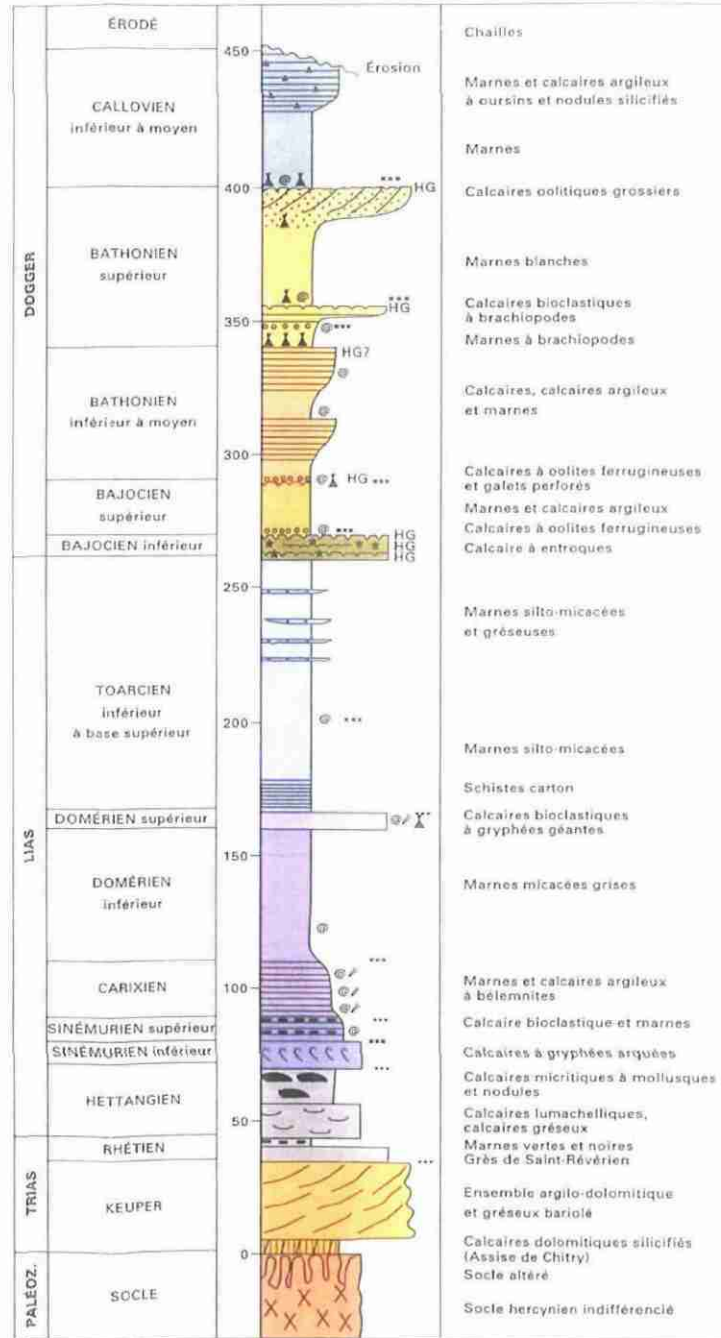
Roger J., Delfour J., Quesnel F., Bonijoly D., Jauffret D., Marchand D., Gaudry F. (2006) – Carte géol. France (1/50 000) et Notice explicative, feuille Saint-Saulge (522). Orléans : BRGM.


Roger J., Gaudry F., Marteau P., Quesnel F., Chèvremont P., Jauffret D. (à paraître) - Carte géol. France (1/50 000) et Notice explicative, feuille Decize (549). Orléans : BRGM.

Annexe 1

Log de la série mésozoïque exposée sur la feuille Saint-Saulge

LOG SYNTHÉTIQUE DE LA COUVERTURE MÉSOZOÏQUE





Référentiel Géologique de la FRANCE
Découverte géologique du Nivernais
(Feuilles à 1/50 000 : Saint-Saulge et Decize)



Ce DVD
ne fonctionne
que sous
Google Earth®
(version 4 ou postérieure)

Version de démonstration
BRGM/RP-58273-FR
avril 2010

 **brgm**
Géosciences pour une Terre durable

www.brgm.fr



Géosciences pour une Terre durable

brgm

**Centre scientifique et technique
Service géologie**

3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France – Tél. : 02 38 64 34 34