

Les TICE nomades dans l'enseignement des SVT : thème « une sortie géologie ».

Travaux académiques mutualisés 2012-2013

Equipe de rédaction :

Pilotage :

Johann GERARD, IA-IPR SVT

Professeur coordinateur :

Eric Lacouture (Lycée Félix Le Dantec, Lannion)

Professeurs participants :

Mickaël Lebreton (Lycée Victor Hélène Basch, Rennes)

Jacques Olivier Boudier (TZR, Vannes)

Didier Perret (Lycée Fulgence Bienvenue, Loudéac)

Philippe Lollieurou (Lycée Félix Le Dantec, Lannion)

Christine Thieullen (Lycée Auguste Pavie, Guingamp)

Frédéric Guyomard (Collège de Lanvignec, Paimpol)

Marianne Billard (Collège François Clec'h, Bégard)

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
Propos introductif	4
Cadre général des travaux menés	5
Cadre institutionnel, objectifs didactiques et pédagogiques.....	5
Plus value des TICE nomades	7
Une sortie sans les TICE nomades	7
Une sortie avec TICE nomades	9
Place des TICE dans une démarche d’investigation	10
Un exemple : l’utilisation d’une tablette tactile lors d’une sortie géologique.....	11
Scénario de la sortie	14
Place de la sortie dans le programme de 1e S,	14
Préparation et problématique de la sortie :.....	14
Déroulé de la sortie	15
Items travaillés au cours de la sortie en rapport avec le référentiel que constitue le B2i Lycée	16
Focus sur les deux premiers arrêts et travaux d’élèves	17
Retour d’expérience et perspectives	21
Avant la sortie.....	21
Pendant la sortie	21
Après la sortie.....	22
Enquête	23
Quel matériel pour quelle utilisation ?	24
Annexes	25
Annexe 1 : suivi des capacités du B2i-Lycée.....	26
Annexe 2 : TUTORIEL Explain Everything	27
Annexe 3 : TUTORIEL Multimeasure	30
Annexe 4: TUTORIEL Google Drive	31
Annexe 5 : TUTORIEL Evernote	32
Annexe 6 : TUTORIEL Ifiles.....	33
Annexe 7 : Fiche élève : arrêt 1	34
Annexe : Fiche aide élève 7 bis: arrêt 1.....	36
Annexe 8 : Fiche élève : arrêt 2	38
Annexe 8 bis : Fiche aide élève : arrêt 2.....	39

Annexe 9 : Fiche élève : arrêt 3	40
Annexe 9 bis : Fiche aide élève : arrêt 3.....	41
Annexe 10 : Fiche élève : arrêt 4	42
Annexe 10 bis: Fiche aide élève : arrêt 4.....	43
Annexe 11: Fiche élève : arrêt 5.....	44
Annexe 11 bis: Fiche aide élève : arrêt 5.....	46

Propos introductif

Les TraAM (Travaux Académiques -Mutualisés) visent à stimuler la production pédagogique dans le but d'aider les enseignants et généraliser les usages du numérique. L'objectif des TraAM est de fédérer différents projets émanant de plusieurs académies (principe de mutualisation) afin de diffuser largement des pratiques innovantes dans le domaine des TICE. Chaque année une nouvelle thématique est proposée en vue d'expérimenter pratiques et nouveaux outils.

Le sujet 2012 - 2013 "Le nomadisme dans les TICEs" permet l'étude de l'usage de nouvelles technologies (tablettes, netbook,...) dans les classes et sur le terrain mais aussi le détournement vers de nouvelles utilisations pédagogiques d'objets possédés par les élèves. En effet, tout en respectant les règlements officiels, il est intéressant de modifier l'usage classique de l'outil smartphone vers un usage pédagogique. Ces nouvelles pratiques permettent de montrer à l'élève que son téléphone n'est pas qu'une boîte noire mais aussi un objet qu'il peut utiliser pour son usage et sa culture scientifique.

La technologie avance très vite, proposant ainsi beaucoup d'outils dont les usages se chevauchent (calculatrices scientifiques, smartphones, netbook, manuels papiers). Le nomadisme peut proposer une réponse à ce problème de chevauchement des possibilités en permettant à l'élève d'avoir un outil unique (logiciel ou physique) le suivant toute sa scolarité. Ces nouvelles technologiques permettent une modification des pratiques pédagogiques existantes (par exemple une nouvelle logique du dessin d'observation).

Extrait du site Eduscol

<http://eduscol.education.fr/svt/enseigner/ressources-et-usages-numeriques/travaux-academiques-mutualises-traam.html>

Le groupe de production a travaillé à l'élaboration d'un scénario pédagogiques intégrant les TICE nomades (disciplinaires ou non) dans le cadre de l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre. Les TICE sont bien considérées ici comme étant au service de la démarche scientifique poursuivie au travers une sortie géologie et non l'inverse. Trois questions se sont posées au groupe de production :

- Quels matériels choisir pour quels usages ?
- Quels logiciels choisir pour quels usages ?
- Le nomadisme apporte-t-il un plus pédagogique ?

Ces trois questions prennent sens dans une problématique liée à un projet pédagogique :

Comment les TICE peuvent-elles faciliter le raisonnement de l'élève sur le terrain et faire en sorte qu'une sortie ne se résume pas à une collecte d'informations traitées ultérieurement ?

Cadre général des travaux menés

Cadre institutionnel, objectifs didactiques et pédagogiques

Extrait de l'introduction des programmes de SVT au lycée

Les compétences : une combinaison de connaissances, capacités et attitudes

L'acquisition des connaissances reste un objectif important de l'enseignement, mais il doit être replacé dans un tout dont font aussi partie capacités et attitudes. L'affirmation de l'importance de cette formation intellectuelle et humaine explique le niveau de généralité des exigences de connaissances. Connaissances, capacités et attitudes sont trois objectifs de formation de statuts également respectables. Ceci conduit à leur porter la même attention au moment de la conception des mises en œuvre pédagogiques, y compris les évaluations. Celles-ci prendront en compte, chaque fois que possible, ces trois objectifs de formation.

Si les connaissances scientifiques à mémoriser sont raisonnables, c'est pour permettre aux enseignants de consacrer du temps à faire comprendre ce qu'est le savoir scientifique, son mode de construction et son évolution au cours de l'histoire des sciences.

Commentaire : La sortie géologique proposée dans cet exemple a été pensée avant tout en ce sens : avant de s'interroger sur quel matériel, quels logiciels ou applications allaient être utilisés, l'équipe s'est penchée sur le scénario de la sortie avec des objectifs en termes de compétences à construire. Les compétences visées prennent ici appui sur des connaissances du programme, des capacités (observer, extraire des informations, traiter des informations, raisonner, communiquer...) et des attitudes (prise d'initiative, implication dans un travail en groupe, respect du matériel...). En résumé, des compétences liées à la mise en œuvre de démarches scientifiques et liées à la construction de l'autonomie et l'initiative ont guidé l'approche de cette sortie sur le terrain.

Extrait de l'introduction des programmes de SVT au lycée

Les technologies de l'information et de la communication

Les technologies de l'information et de la communication seront mises en œuvre en de nombreuses circonstances.

Il pourra s'agir de technologies généralistes dont on fera ici un usage spécialisé, notamment internet en utilisation conjointe avec des techniques de laboratoire classiques. Mais on veillera aussi à développer les savoir-faire des élèves relativement aux technologies plus spécialisées, comme par

exemple l'expérimentation assistée par ordinateur, technique indispensable pour une formation moderne et efficace des élèves. L'usage de logiciels, généralistes ou spécialisés, est encouragé. Les sciences de la vie et de la Terre participent à la préparation du B2i niveau lycée.

Les productions pédagogiques, les travaux d'élèves, gagneront à être exploités, en classe et hors de la classe dans le cadre d'un environnement numérique de travail (ENT).

Commentaire : L'utilisation des TICE apparaît bien comme n'étant pas seulement un savoir-faire utilisé en classe. L'utilisation de réseaux, d'ENT et des TICE nomades abolit les frontières du savoir et de son accessibilité.

Extrait de l'introduction des programmes de SVT au lycée

L'approche de la complexité et le travail de terrain

Le travail de terrain est un moyen privilégié pour l'approche de situations complexes réelles. ... Un tel déplacement permettra souvent de collecter des informations utiles pour plusieurs points du programme et susceptibles d'être exploitées à plusieurs moments de l'année. ... Les activités en laboratoire doivent aussi être l'occasion d'aborder des tâches complexes. À partir d'une question globale elles sont l'occasion de développer les compétences des élèves et leur autonomie de raisonnement.

Commentaire : Ce paragraphe du programme envisage le travail de terrain comme une double modalité de collecte et d'ancrage de la pratique des sciences dans le réel et le local. L'utilisation des TICE nomades est bien une innovation en apportant une dimension supplémentaire au travail de terrain.

Extrait de l'introduction des programmes de SVT au lycée

L'autonomie des élèves et le travail par atelier

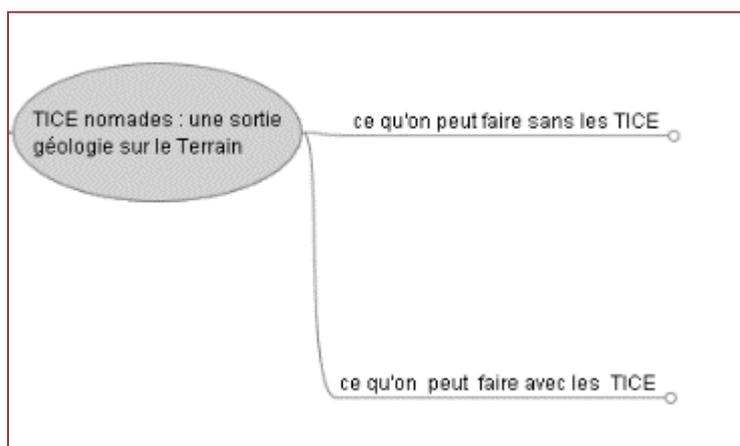
Le lycéen, dès la seconde, doit se préparer à une autonomie de pensée et d'organisation qui lui sera indispensable pour réussir ses études supérieures. Les travaux pratiques se prêtent particulièrement au développement de cette compétence. Pour y parvenir, il est bon de concevoir les séances afin que l'élève dispose d'une certaine marge de manœuvre dans la construction de sa démarche.

La liberté de choix sera parfois exploitée en différenciant les exemples étudiés au sein d'une même classe. Chaque groupe d'élèves a alors en charge l'organisation autonome de son travail, sous la conduite du professeur. Échanges et débats conduisent ensuite à tirer des conclusions plus générales que l'étude collective d'un exemple unique ne le permettrait. Ils sont en outre l'occasion de développer les qualités d'expression et d'écoute.

Commentaire : le scénario pédagogique retenu pour la sortie respecte tout à fait ces modalités et objectifs, à savoir un travail par atelier (modalité) autour d'une démarche scientifique laissant une double autonomie à l'élève : une autonomie dans la réalisation de la tâche (choix relatif dans la forme et le contenu de la production), une autonomie de réflexion (démarche de raisonnement non guidée, possibilité d'aides contextuelles en cas de besoin).

Plus value des TICE nomades

La première étape de réflexion du groupe a été de référencer ce qu'il est possible de faire (ou de faire faire) sans disposer d'outils TICE lors d'une sortie et de comparer avec les possibilités offertes uniquement par les TICE. Il s'agit de dégager la plus value apportée par les nouvelles technologies et de définir ce qui est réellement intéressant en termes pédagogique et didactique. L'objectif est bien de dégager une valorisation des apprentissages et ne pas utiliser les outils pour eux-mêmes.



Une sortie sans les TICE nomades

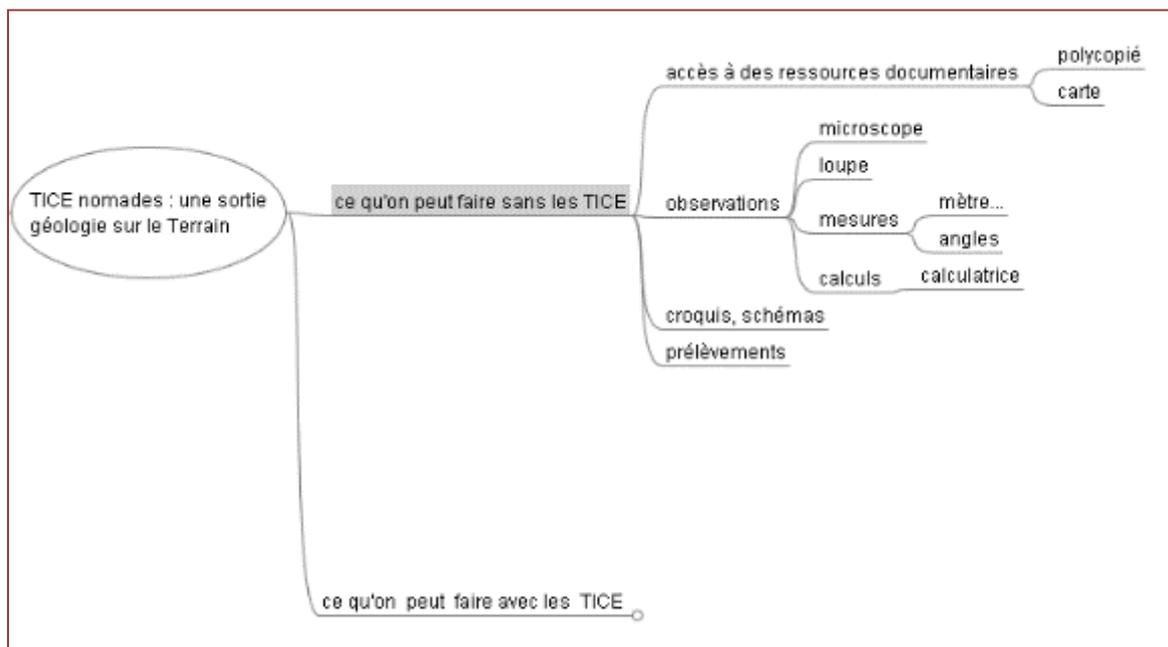
De nombreuses actions sont réalisables lors d'une sortie géologie.

- Des activités de « découverte » liées à l'observation des objets géologiques à différentes échelles ainsi qu'aux prélèvements quand ils sont possibles et autorisés. Les productions associées sont le plus souvent des prises de note sur polycopié, la réalisation de schémas, de croquis.
- Des activités s'inscrivant dans une démarche scientifique de résolution de problème(s). Un traitement partiel des informations est dans ce cas engagé par les élèves qui peuvent alors effectuer des mesures physiques (taille des objets, pendages...), des calculs (échelle, vitesse...).

Il reste cependant peu probable d'envisager une démarche complète sur le terrain. Celle-ci nécessite des apports d'informations supplémentaires et le professeur se heurte à deux difficultés :

- La quantité d'informations complémentaires (cartes géologique, schémas, textes explicatifs, tableaux de mesures non réalisables sur place, etc.) qui peut générer une masse peu raisonnable de documents photocopiés.
- L'apport d'informations qui biaise l'autonomie de réflexion des élèves. Si tous les documents nécessaires à la résolution d'un problème sont proposés d'emblée on ne peut pas considérer que les élèves puissent entrer dans une démarche d'investigation leur laissant une part d'initiative. C'est la question du sens des documents, des activités menées, qui est posé.

C'est une des raisons qui limite la pratique d'une démarche scientifique sur le terrain avec des élèves. Soit c'est le professeur qui, finalement, expose sa démarche lors de la sortie (qui devient une sortie « guidée » dans tous les sens du terme : physiquement et intellectuellement), soit le traitement des informations recueillies est repoussé dans le temps (retour en classe).

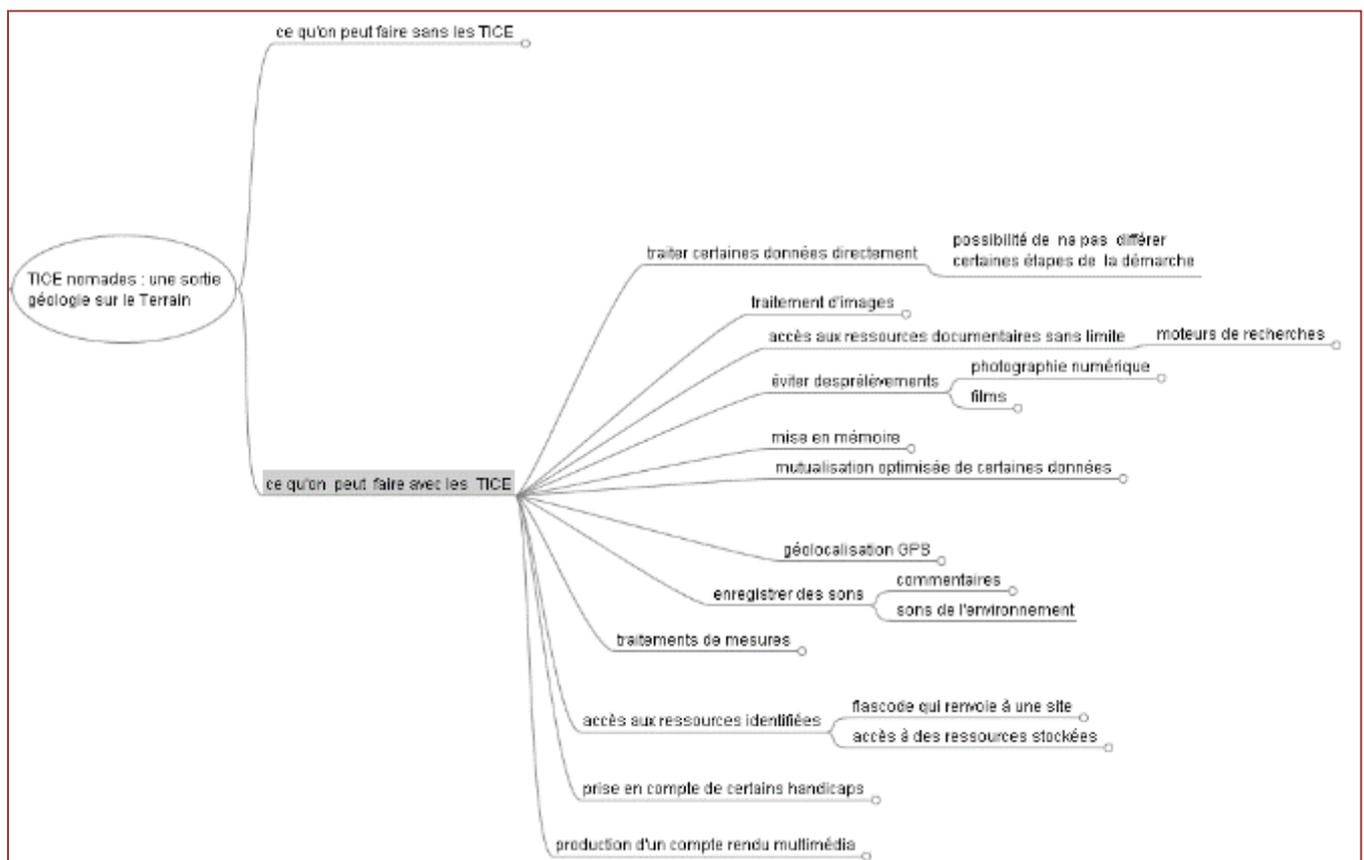


Une sortie avec TICE nomades

L'apport des TICE sur le terrain permet de ne pas différer le traitement de l'information et donc d'accéder une démarche continuée.

Sur place les élèves peuvent :

- effectuer de nouveaux types de mesure nécessitant les TICE (géolocalisation, comptages numériques...)
- enregistrer et de stocker des données numérisées de manière commode (images, films, sons, données numériques diverses...)
- commencer une production en vue de communiquer, d'effectuer un compte-rendu (utilisation de logiciels ou d'applications de PAO, écriture sur serveurs...)
- accéder (sans limite dans le cas d'une connexion Internet) à de nouvelles informations



Place des TICE dans une démarche d'investigation

Les différentes étapes de la démarche

- Motivation (d'où part-on ?) : « le choix d'une situation problème ».
- Questionnement (que cherche-t-on ?) : « l'appropriation du problème par les élèves ».
- Définition du projet (comment va-t-on faire pour répondre ?) : « la formulation de conjectures, d'hypothèses explicatives, d'une stratégie pour éprouver ces hypothèses ».
- Mise en œuvre du projet (l'élève fait et sait pourquoi il fait : sens des activités) : « l'investigation ou la résolution du problème, conduite par les élèves ».
- Mise en commun et confrontation : « l'échange argumenté autour des propositions élaborées ».
- Structuration du savoir et appropriation : « l'acquisition et la structuration des connaissances » « l'élaboration d'un savoir mémorisable » et « la mobilisation des connaissances » (identification éventuelle de conséquences pratiques de ce savoir).

Etapes d'une démarche	Sur le terrain sans les TICE	Sur le terrain avec les TICE
Motivation	Possible	Possible
Questionnement	Possible	Possible
Définition du projet	Possible	Possible
Mise en œuvre du projet	Partiel : une partie différée	Possible
Mise en commun et confrontation	Partiel : une partie différée	Possible
Structuration du savoir et appropriation	Difficile	Possible

Un exemple : l'utilisation d'une tablette tactile lors d'une sortie géologique

Un outil pour favoriser la construction d'une démarche scientifique pendant la sortie

La tablette, véritable objet multimédia va permettre de collecter, rassembler et traiter des données. Selon les applications disponibles, qui doivent être installées préalablement, les possibilités offertes aux élèves sont multiples. Un élève pourra ainsi effectuer :

- des mesures (clinomètre Angle Meter, boussole),
- une géolocalisation (GPS Tour, avec possibilité de pointer sur Google-Earth et/ou une carte géologique du BRGM),
- des photographies numériques (possibilité de les annoter et de souligner des structures avec Art studio),
- une prise de notes (Lino-it : un carnet de terrain multimédia et collaboratif),
- enregistrer des sons avec une fonction dictaphone.

Le plus souvent une sortie géologique comprend plusieurs arrêts et il est souvent intéressant de comparer les structures observées à l'arrêt précédent. Grâce à l'outil, l'élève pourra non seulement relire ses notes mais également revoir ses photographies interprétées, revenir sur la carte géologique ou topographique.

Avec Lino-it, il partage ses notes de terrain, ses photographies, ses films, ses liens avec les camarades de son groupe : un travail collaboratif est facilement mis en place.

Capture écran de la tablette d'un groupe d'élèves.

La page de prise de notes intègre :

- Du texte
- Des images
- Des vidéos
- Des sons

Remarque : ce travail est sauvegardé en ligne sur linoit.com et consultable par le professeur n'importe où, n'importe quand.

My Canvases **Arrêt 1 Toeno**

Le granite externe a gros grains se trouve en enclave dans le granite intermédiaire à grains moyens. Le contour anguleux des enclaves indique que le granite intermédiaire est postérieur au granite externe.
Scénario envisagé :
1- refroidissement lent d'un premier magma : granite ext à gros grains
2- arrivée d'un deuxième magma qui s'injecte en force et fracture le granite ext
3- des panneaux de granite ext fracture tombent dans ce nouveau magma qui l'emballé.
4- refroidissement du deuxième magma : granite intermédiaire.

Enclave de Granite ext
Granite Intermédiaire Plus jeune

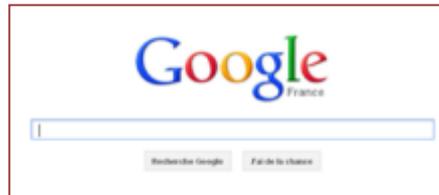
Current Position
N 48.788149°
E -3.581923°
Altitude 0 m
Speed 0 km/h
Moving Direction -
Device Orientation SW

20/20 excellent travail

1 photo légendée avec Art studio
1 capture écran de GPS tour
1 vidéo
1 postit pour le commentaire
1 postit du prof pour l'évaluation

Outre la prise d'information directement sur le terrain par le biais de photographies, de vidéos, de mesures, il est possible de télécharger des documents annexes. La condition est évidemment d'être dans un site où passe le réseau 3G. Une connexion est nécessaire et peut permettre de télécharger des documents préparés par l'enseignant pour apporter aux élèves des données supplémentaires (renseignements, aides...).

Accès à un moteur de recherche



Accès à une lithothèque académique



Accès à une page créée par le professeur (ici avec Lino-it)

Remarque : Le tableau du professeur doit être consultable par les élèves mais protégé en écriture (fonction paramétrable)



L'accès aux ressources en ligne peut s'effectuer de différentes manières :

- Les élèves se connectent directement via un moteur de recherche
- Le professeur indique une adresse aux élèves
- L'accès aux ressources se fait grâce à des flashcodes (ou QR codes)



Les élèves partent à la recherche d'indices sur le terrain. Aux endroits remarquables repérés à l'avance, le professeur dépose un flashcode qui leur permet d'accéder à une page où ils trouveront des documents les aidant à comprendre ce qu'ils observent.

Les documents peuvent être accompagnés par une question les incitant à croiser des données (la structure observée + un document complémentaire par exemple).

Intérêt : les élèves sont motivés par le jeu de piste (ils deviennent enquêteurs...) mais aussi plus autonomes (une consigne claire et un travail peut commencer sans l'enseignant, davantage disponible pour passer de groupe en groupe).

Remarque :

Par groupe il faut créer un compte gmail qui donne accès à Youtube et Picasa pour le stockage des photos et qui permet aussi d'ouvrir un compte Lino-it. L'enseignant doit récupérer les login du compte Lino-it de chaque groupe pour pouvoir lire et évaluer les carnets de notes.

Scénario de la sortie

Place de la sortie dans le programme de 1e S,

Bulletin officiel spécial n°9 du 30 septembre 2010.

Thème 2 - Enjeux planétaires contemporains.
Partie 2A : Tectonique des plaques et géologie appliquée
Tectonique des plaques et ressource locale.

« Dans le prolongement du programme de seconde, et en écho à l'étude historique du modèle de tectonique des plaques, on aborde la manière dont la connaissance de la tectonique des plaques constitue souvent un cadre de réflexion utile en géologie appliquée »

Choix pédagogique : un exemple de ressource géologique locale : le granite rose du Trégor.

Préparation et problématique de la sortie :

En classe :

- Présentation de la carrière de granite rose de la Clarté.
- Présentation du modèle de la mise en place du granite en relation avec la tectonique des plaques.

Problématique sur le terrain : " Quels arguments pouvons-nous trouver pour appuyer ce modèle ? "

Attentes : compréhension des différents objets géologiques et leur présentation illustrée sous la forme d'un diaporama.

Matériel à disposition des élèves :

- 10 tablettes (une pour 4 élèves).
- Consignes sous forme Pdf dans « Google drive » et des aides en cas de difficultés. Documents téléchargés, disponibles hors connexion.

Chronologie :

- Durée de la sortie : 4 heures.
- Nombre d'arrêts prévus 5. Durée moyenne de chaque arrêt : 30 minutes. Un arrêt 0 a été prévu pour l'appropriation du matériel.

Déroulé de la sortie

Arrêt 0 : 9h35

Distribution et prise en main des tablettes (Ipads).

Consignes d'utilisation et application avec un exemple (photo de l'île Milliau).

- Mettre le nom des élèves de chaque groupe (dans Notes).
- Présentation de l'application photo/vidéo.
- Essai : légènder la photo avec « Explain everything ¹» (titre, flèches,), sauvegarder, exporter...
- Utilisation de « Multimeasure² », construire une barre d'échelle, capture d'écran...

Arrêt 1 : 10h10³

Localisation de l'arrêt sur la carte géologique. Identification et description des roches aux différentes échelles : le granite et son encaissant (quartzophyllade).

Arrêt 2 : 10h40⁴

Questionnement sur la disposition des strates de l'encaissant : strates verticales en relation avec un plissement causé par des contraintes tectoniques. Orientation de ces contraintes.

Arrêt 3 : 11h05⁵

Observation d'enclaves d'encaissant dans le granite. Recherche d'une explication à leur formation.

Arrêt 4 : 11h30⁶

Observation de filons de granite dans l'encaissant. Mesure et orientation. Relation avec le massif granitique.

Arrêt 5 : 11h50⁷

Observation rapprochée du contact granite-encaissant. Mise en évidence d'un métamorphisme de contact.

Synthèse orale.

Fin vers 12h15 : retour en classe pour la récupération des données et le recueil des impressions des élèves.

¹ Tutoriel en annexe 2

² Tutoriel en annexe 3

³ Fiche élève et aide en annexe 7 et 7 bis

⁴ Fiche élève et aide en annexe 8 et 8 bis

⁵ Fiche élève et aide en annexe 9 et 9 bis

⁶ Fiche élève et aide en annexe 10 et 10 bis

⁷ Fiche élève et aide en annexe 11 et 11 bis

Items travaillés au cours de la sortie en rapport avec le référentiel que constitue le B2i Lycée8

1. S'approprier un environnement informatique de travail	
- 1a : organiser son espace de travail	√ ¹
- 1b : être autonome dans l'usage des services et des outils	√
- 1c : être responsable vis à vis des services et outils et conscient des coûts d'usage	√
2. Adopter une attitude responsable	
- 2a : connaître et respecter les règles élémentaires du droit relatif à l'informatique et à l'Internet ;	X
- 2b : protéger sa personne et ses données	X
- 2c : faire preuve d'esprit critique face à l'information et à son traitement ;	√
- 2d : participer à des travaux collaboratifs en connaissant les enjeux et en respectant les règles.	√
3. Créer, produire, traiter, exploiter des données	
- 3a : concevoir des documents numériques en choisissant le logiciel, le service ou le matériel adapté	√
- 3b : exploiter des données ou des documents numériques ;	√
- 3c : coopérer à la réalisation collective d'un document ;	√
- 3d : modifier un ou plusieurs paramètres d'une situation simulée ou modélisée	X
4. S'informer, se documenter	
- 4a : consulter des bases documentaires en mode expert ou avancé	X
- 4b : choisir et consulter des ressources	√
- 4c : identifier, trier et évaluer les informations.	√
5. Communiquer, échanger	
- 5a : produire et diffuser un message ou un commentaire en choisissant le mode de communication, privé ou public en mode direct ou différé, selon l'information à diffuser ;	√
- 5b : recevoir un message y compris avec pièces jointes ou un commentaire.	X

√¹ avant ou après la sortie

√ : pendant la sortie

X : objectif non travaillé autour de ce projet

⁸ Fiche de suivi du B2i Lycée en annexe 1

Focus sur les deux premiers arrêts et travaux d'élèves

Le premier arrêt (ou « arrêt 0 ») a pour objectif l'appropriation du matériel, à savoir des tablettes tactiles Ipad, et des applications associées. Il faut en effet une certaine connaissance technique préalable pour que des problèmes techniques ne deviennent pas par la suite des obstacles au raisonnement sur le terrain.

Ainsi l'équipe pédagogique encadrant la sortie a distribué les tablettes aux élèves lors d'un premier arrêt afin de faciliter la prise en main :

- de l'application « Notes » qui sert à la prise de notes,
- de l'application photo/vidéo,
- de l'application « Explain everything⁹ » qui sert à annoter des images à l'aide de mots, de flèches,
- de l'application « Multimeasure¹⁰ » qui sert à construire une barre d'échelle à partir de capture d'écran en vue d'effectuer des mesures dans l'image,
- des modalités de sauvegarde et d'exportation des productions numériques numérisées.



Un exemple de production d'élève réalisée à cet arrêt : prise d'une photographie enrichie par un texte et une flèche.

⁹ Tutoriel en annexe 2

¹⁰ Tutoriel en annexe 3

L'arrêt 1 correspond au premier affleurement étudié dans le cadre de la problématique suivie : " Quels arguments pouvons-nous trouver pour appuyer le modèle de la tectonique des plaques ? "

Les élèves accèdent à l'ensemble des consignes sous forme numérique : celles-ci prennent la forme de fiches numérisées consultables sur les tablettes.

Une consigne globale de production est donnée aux élèves précisant qu'à chaque arrêt les élèves devront illustrer leurs observations à l'aide de photographies légendées (titre, échelle et commentaires). Les applications utilisables sont rappelées et il est précisé la modalité de sauvegarde des productions (Utilisation de Google Drive, sauvegarde en fichiers au format pdf).

La première activité demandée est un positionnement géographique accompagné d'une identification des roches de l'affleurement (roches à décrire à différentes échelles : granite et son encaissant). Ils disposent pour cela de deux ensembles documentaires : deux cartes géologiques locales (BRGM) et un document relevant sous forme de schéma les principales familles de roches.

En cas de besoin une fiche d'aide est disponible sur les tablettes. Cette fiche précise sous la forme de documents variés :

- Les conditions de formation d'une roche sédimentaire
- Les relations géométriques entre différentes strates
- La formation d'une roche magmatique :

Le travail sur le terrain reproduit les principes d'une tâche complexe au cours de laquelle les élèves vont mobiliser plusieurs connaissances (connaissances antérieures et connaissances nouvelles apportées à la fois par les documents numérisés et par l'observation du réel), plusieurs capacités (extraire l'information, raisonner, communiquer) associées à des attitudes d'engagement et de prise d'initiative. La démarche de travail reste cadrée par une problématique, une consigne temporelle, une consigne de production. Cette tâche comprend une large part d'inconnu et peut être abordée avec peu d'acquis en termes de connaissances, sans qu'elle soit pour autant impossible à réaliser : chacun pourra la mettre en œuvre et n'est pas obligé de l'achever ou de la réaliser entièrement pour qu'elle ait un sens. Elle permet de mettre en œuvre des cheminements personnels et laisse une importante part d'initiative à celui qui l'entreprend.

Les élèves ont donc à prendre connaissance de l'ensemble des trois documents proposés, à extraire les informations utiles à la résolution de leur problème, à réaliser une image avec la tablette (avec annotations et échelle), à réaliser un schéma chronologique qui raconte une histoire à partir de l'affleurement.

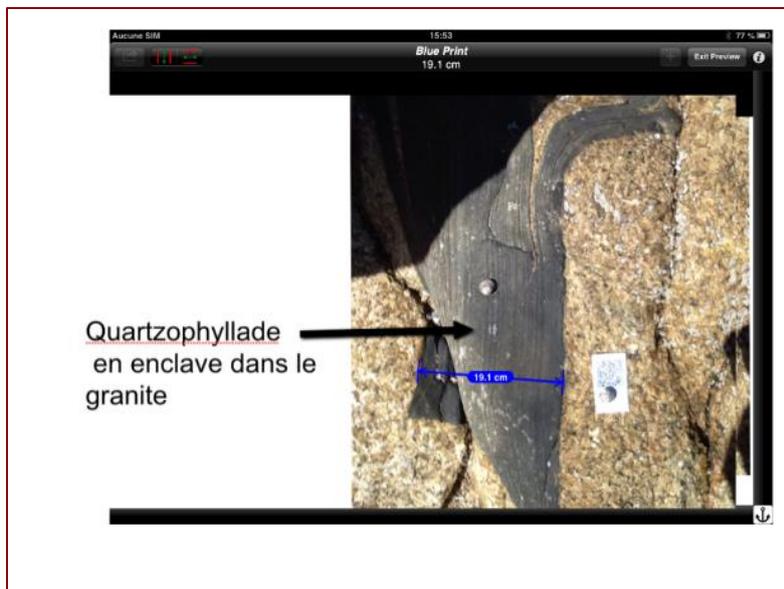
Partie qui a fondu



Le granite (magma) casse la roche sédimentaire (froide). Un morceau de la roche sédimentaire est tombé dans le magma et c'est mélangé avec. Voici le résultat au refroidissement du granite.

Presence d'une enclave (masse de roches qui a été mécaniquement arrachée et emballée dans une autre roche) particulière.

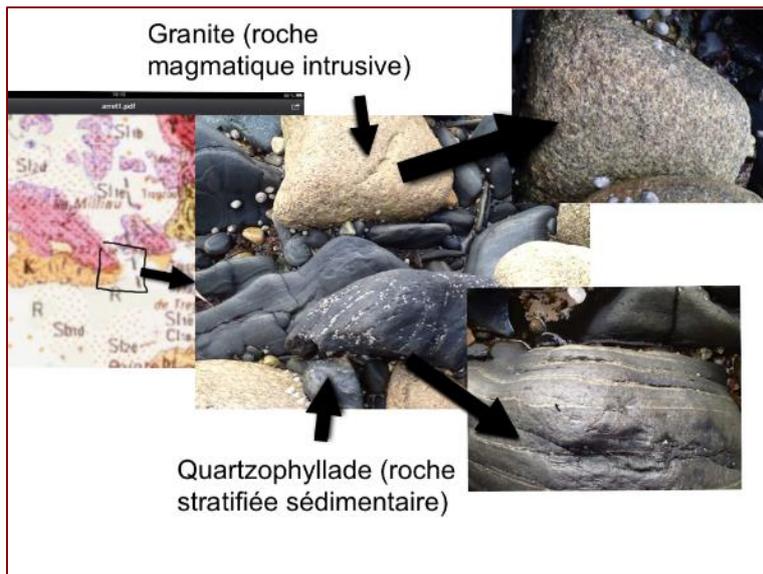
Un exemple de production d'élève réalisée à cet arrêt : prise d'une photographie enrichie par un texte. Cet exemple est représentatif de la majorité des productions réalisées à cet arrêt (utilisation de l'appareil photo intégré à la tablette et de l'application « Explain everything ¹¹ »).



Un exemple de production d'élève intégrant une échelle (utilisation de l'appareil photo intégré à la tablette, de l'application « Explain everything » et de l'application « Multimeasure ¹² »).

¹¹ Tutoriel en annexe 2

¹² Tutoriel en annexe 3



Un exemple de production d'élève sous forme d'un schéma emboîté, de la carte géologique jusqu'à l'échantillon (utilisation de l'appareil photo intégré à la tablette et de l'application « Explain everything »).



Un exemple (décevant) de production d'élève réalisée à cet arrêt se limitant à la prise de photographies (utilisation de l'appareil photo intégré).

Retour d'expérience et perspectives

Avant la sortie

Il faut réserver les tablettes et vérifier leur charge.

Le téléchargement des documents nécessite une connexion wifi qui peut être longue. Ensuite, les rendre accessibles hors connexion demande un peu de temps et quelques compétences de la part de l'enseignant.

- Par « Google drive ¹³», chaque document doit être passé hors connexion sur chaque tablette (dans notre cas : 10 documents pdf à transférer sur chacune des douze tablettes = 120 manipulations). Solution possible : le faire faire par les élèves (perte de temps pour les élèves).
- Par « Ifiles¹⁴ » : l'application est payante mais permet de charger, tablette par tablette, l'ensemble des documents et de les rendre immédiatement disponibles.

Les vidéos doivent être placées, une par une, dans le cache de chaque tablette à l'aide de l'application « Tube ».

Remarque

Ces difficultés sont propres à la marque Apple qui ne propose pas des tablettes intégrant des ports usb facilitant le transfert de fichiers (via des clés usb).

Pendant la sortie

A cause d'une erreur de téléchargement, certaines tablettes n'ont pas permis d'ouvrir les documents ou les vidéos.

Les élèves nous ont semblé un peu perdus, perplexes, au premier arrêt, ne sachant pas trop quoi faire avec leurs tablettes. Il a été nécessaire de rappeler que les consignes étaient accessibles à partir de ces tablettes.

Nous avons prévu des fichiers d'aide en format pdf verrouillés auxquels les élèves pouvaient accéder par un code fourni par le professeur en fonction de leurs difficultés. Nous nous sommes aperçus que ce choix n'était pas pertinent car les élèves avaient systématiquement besoin de ces aides.

Par ailleurs, certaines d'entre elles étaient un peu trop complexes et ont nécessité l'intervention orale du professeur.

¹³ Tutoriel en annexe 4

¹⁴ Tutoriel en annexe 6

Après la sortie

Remise en état des tablettes : nettoyage des écrans, recharge des batteries (problème de temps).

Récupération des données :

- Sur le terrain (hors connexion), possibilité par les élèves de transférer leurs données sur Evernote¹⁵ puis de les récupérer en classe en une seule fois par wifi.
- En classe :
 - Par wifi, possibilité de récupérer les documents de plusieurs pages en format pdf par « Google drive¹⁶».
 - Par le fil, image par image (nécessité d'une salle informatique). Procédure fastidieuse si le nombre d'images est élevé.

Effacer les fichiers des tablettes pour éviter de saturer leur mémoire.

Fermer les applications. Double clic sur le bouton marche/arrêt, les applications apparaissent en bas de l'écran. Maintenir la pression sur une icône puis cliquer sur chaque signe – apparu.

Au niveau de l'établissement

Nécessité d'un lieu de stockage et de recharge des tablettes.

Prévoir un budget pour l'achat de certaines applications : « Explain Everything¹⁷ », « Ifiles » et « Multimeasure¹⁸ ».

¹⁵ Tutoriel en annexe 5

¹⁶ Tutoriel en annexe 4

¹⁷ Tutoriel en annexe 2

¹⁸ Tutoriel en annexe 3

Enquête

Suite à la sortie les enseignants ont effectué une enquête auprès des élèves (34 élèves) afin de recueillir leurs ressentis quant à l'utilisation des TICE sur le terrain. Rappelons que durant la sortie chaque arrêt durait une demi-heure et que les élèves se partageaient une tablette pour 4. Pour obtenir un retour d'expérience qualitatif de la part des élèves, il leur a été demandé de produire un écrit en termes de points positifs et points négatifs ressentis au cours de la journée.

Le dépouillement de l'enquête est traduit dans le tableau ci-dessous. Les colonnes font apparaître les remarques qualitatives des élèves. Les valeurs correspondent au nombre de réponses partagées ou non (par exemple 8 élèves mentionnent une plus grande motivation durant la sortie, 3 élèves se plaignent de l'encombrement généré par la tablette).

Points positifs		Points négatifs	
Acquisition d'images et production	12	Pas assez de tablettes	8
Motivant	8	Peur d'abimer le matériel	7
Instantanéité et rapidité	5	Temps d'appropriation	3
Facilité de prise de note	4	Encombrement	3
Raisonnement compréhension	4	Reflet du soleil sur les écrans	2
Intérêt des applications	3	Bugs	2
Rythme des arrêts	3	Travail en groupe	1
Non noté	3	Difficulté à prendre des notes	1
Accès aux informations	3		
Utilisation quel que soit le temps	2		
Possibilité de compléter plus tard	1		

Globalement les élèves trouvent plus de points positifs que négatifs à l'utilisation des TICE en sortie. Ce ressenti général est principalement justifié par l'aspect attrayant et pratique du matériel qui permet de gagner en rapidité notamment sur la partie acquisition d'images et production de compte-rendu. Élément très intéressant, une part non négligeable des élèves mentionnent clairement que cette façon de travailler et de traiter l'information sur place (« intérêt des applications », « raisonnement, compréhension », « accès aux informations ») leur a permis de mieux comprendre les objets géologiques étudiés lors de la sortie.

Du côté des points négatifs ce qui apparaît très nettement c'est leur désir de partager une tablette à deux (un seul élève a semble-t-il été « dérangé » par le travail de groupe). Très responsables, ils sont également nombreux à avoir évoqué la crainte d'abimer ou de casser le matériel.

Quel matériel pour quelle utilisation ?

Tableau récapitulatif des possibilités

	PC portable	Tablette	Smartphone	Caméra	APN
Prise de vue images fixe	X	✓	✓	X	✓
Films	X	✓	✓	✓	✓
Traitement d'image	✓	✓	X	X	X
Prise de sons	✓	✓	✓	X	X
Géolocalisation	X	✓	✓	X	X
Boussole, inclinométrie	X	✓	✓	X	X
Traitement de mesures	✓	✓	X	X	X
Accès à des ressources documentaires	✓ ⁽¹⁾	✓ ⁽²⁾	✓ ⁽²⁾	X	X
Stockage, mutualisation	✓	✓	X	X	X
Production de compte-rendu multimédia	✓	✓	X	X	X

APN : appareil photo numérique

X : impossibilité ou matériel peu adéquat

✓ : matériel dédié

(1) : informations déjà stockées dans l'ordinateur OU ordinateur équipé d'une connexion Internet.

(2) : nécessite une connexion à Internet.

Annexes

<u>Annexe 1 : suivi des capacités du B2i-Lycée.....</u>	26
<u>Annexe 2 : TUTORIEL Explain Everything</u>	27
<u>Annexe 3 : TUTORIEL Multimeasure</u>	30
<u>Annexe 4: TUTORIEL Google Drive</u>	31
<u>Annexe 5 : TUTORIEL Evernote</u>	32
<u>Annexe 6 : TUTORIEL Ifiles.....</u>	33
<u>Annexe 7 : Fiche élève : arrêt 1</u>	34
<u>Annexe : Fiche aide élève 7 bis: arrêt 1.....</u>	36
<u>Annexe 8 : Fiche élève : arrêt 2</u>	38
<u>Annexe 8 bis : Fiche aide élève : arrêt 2.....</u>	39
<u>Annexe 9 : Fiche élève : arrêt 3</u>	40
<u>Annexe 9 bis : Fiche aide élève : arrêt 3.....</u>	41
<u>Annexe 10 : Fiche élève : arrêt 4</u>	42
<u>Annexe 10 bis: Fiche aide élève : arrêt 4.....</u>	43
<u>Annexe 11: Fiche élève : arrêt 5.....</u>	44
<u>Annexe 11 bis: Fiche aide élève : arrêt 5.....</u>	46



Annexe 1 : suivi des capacités du B2i-Lycée

NOM, PRENOM:

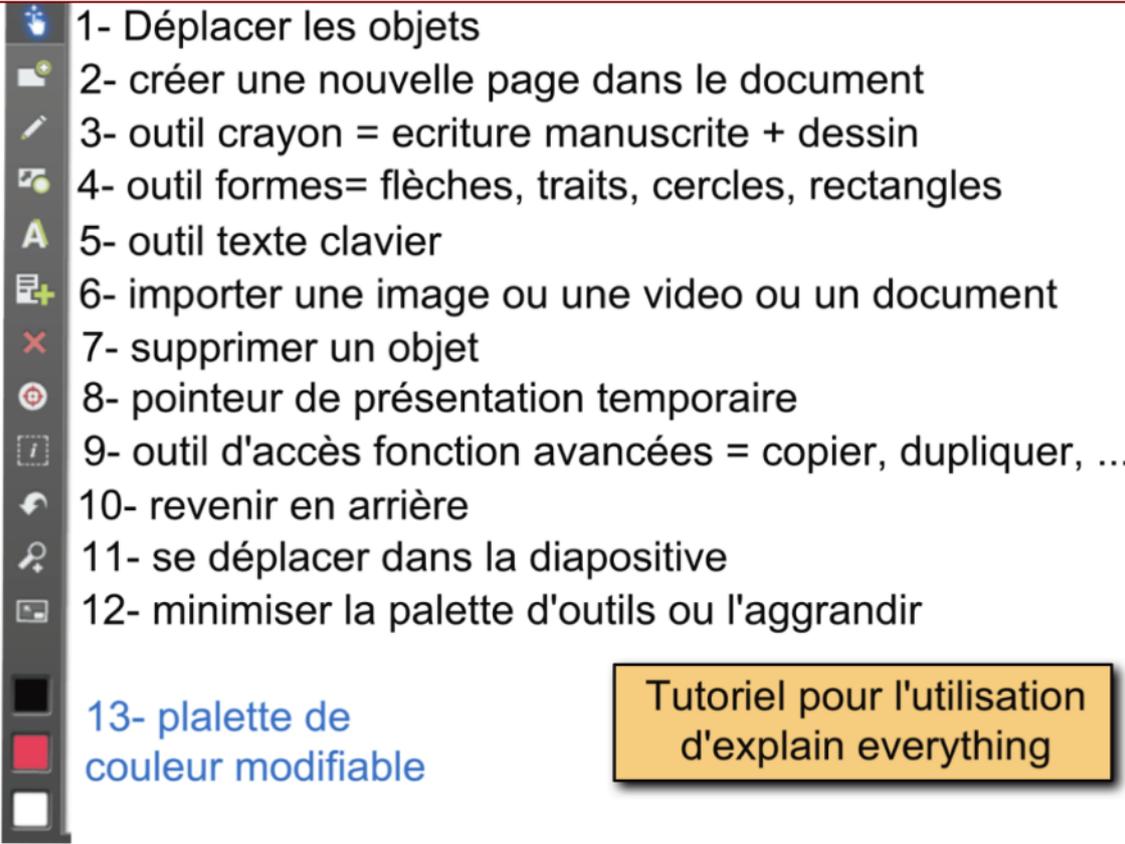
	Séance(s) concernée(s)	Auto-évaluation	Validation
1. S'approprier un environnement informatique de travail			
- 1a : organiser son espace de travail ;			
- 1b : être autonome dans l'usage des services et des outils			
- 1c : être responsable vis à vis des services et outils et conscient des coûts d'usage			
2. Adopter une attitude responsable			
- 2a : connaître et respecter les règles élémentaires du droit relatif à l'informatique et à l'Internet			
- 2b : protéger sa personne et ses données			
- 2c : faire preuve d'esprit critique face à l'information et à son traitement			
- 2d : participer à des travaux collaboratifs en connaissant les enjeux et en respectant les règles			
3. Créer, produire, traiter, exploiter des données			
- 3a : concevoir des documents numériques en choisissant le logiciel, le service ou le matériel adapté			
- 3b : exploiter des données ou des documents numériques			
- 3c : coopérer à la réalisation collective d'un document			
- 3d : modifier un ou plusieurs paramètres d'une situation simulée ou modélisée			
4. S'informer, se documenter			
- 4a : consulter des bases documentaires en mode expert ou avancé			
- 4b : choisir et consulter des ressources			
- 4c : identifier, trier et évaluer les informations			
5. Communiquer, échanger			
- 5a : produire et diffuser un message ou un commentaire en choisissant le mode de communication, privé ou public en mode direct ou différé, selon l'information à diffuser			
- 5b : recevoir un message y compris avec pièces jointes ou un commentaire			

Annexe 2 : TUTORIEL Explain Everything

Application de PAO (présentation assistée par ordinateur) utilisée pour annoter les photos (application payante / environ 4 euros / système Apple).

Ce qu'il est rapidement possible de faire :

- Recadrer une image
- Annoter une image avec du texte, des formes (flèches, rectangles, cercles...)
- Possibilité de générer un diaporama
- Possibilité de générer un commentaire audio
- Enregistrement sous trois formats possibles : format vidéo, format image jpg, format PDF
- Exportation vers un dossier image ou vers un serveur Internet



1- Déplacer les objets

2- créer une nouvelle page dans le document

3- outil crayon = écriture manuscrite + dessin

4- outil formes= flèches, traits, cercles, rectangles

5- outil texte clavier

6- importer une image ou une video ou un document

7- supprimer un objet

8- pointeur de présentation temporaire

9- outil d'accès fonction avancées = copier, dupliquer, ...

10- revenir en arrière

11- se déplacer dans la diapositive

12- minimiser la palette d'outils ou l'aggrandir

13- palette de couleur modifiable

Tutoriel pour l'utilisation d'explain everything

Chaque outil dispose d'un menu complémentaire, accessible par un appui long



Taille et forme du tracé manuscrit



Outils formes : cercle, carré/ rectangle, flèche, trait, étoile, ombre portée et taille de la bordure



Outil texte : police, taille du texte



Menu des fonctions avancées



Ouvrir l'appareil photo pour l'insérer dans la page

Outils importation

Accéder à une image déjà présente sur la tablette

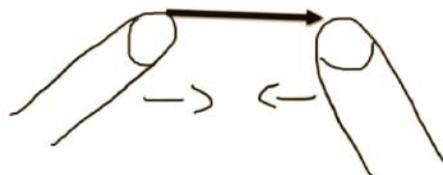
Comment utiliser les flèches ?



1) dans l'outil forme, sélectionner la flèche puis tracer la flèche la plus longue possible (sinon elle sera trop grosse et vous ne pourrez pas la modifier).



2) à deux doigts, raccourcir la flèche depuis les extrémités pour la mettre à la bonne longueur

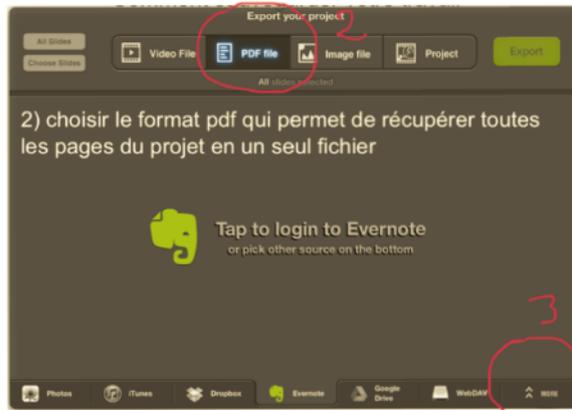


3) si vous avez besoin de modifier son orientation, faites le quand elle est grande, toujours avec deux doigts.

Exporter votre travail en mode hors connexion

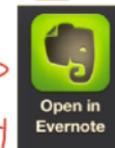


1) cliquer sur le bouton d'exportation en bas à droite.



2) choisir le format pdf qui permet de récupérer toutes les pages du projet en un seul fichier

3) choisir "more" et sélectionner open in evernote. Cela permet de sauvegarder le document hors connexion. Le transfert se fera automatiquement ensuite une fois la tablette connectée au wifi.



Exportation en mode connecté au wifi



L'exportation pour sauvegarder le document en pdf peut se faire sur evernote, sur google drive, dropbox ou un web dav si la tablette dispose d'un connexion à internet



Dans le cas où vous avez besoin de changer de compte, aller dans le menu paramètres de la page d'accueil, choisir "accounts" et désactiver le compte enregistré. Retournez ensuite dans l'outil d'exportation et entrez votre propre compte.

Annexe 3 : TUTORIEL Multimeasure

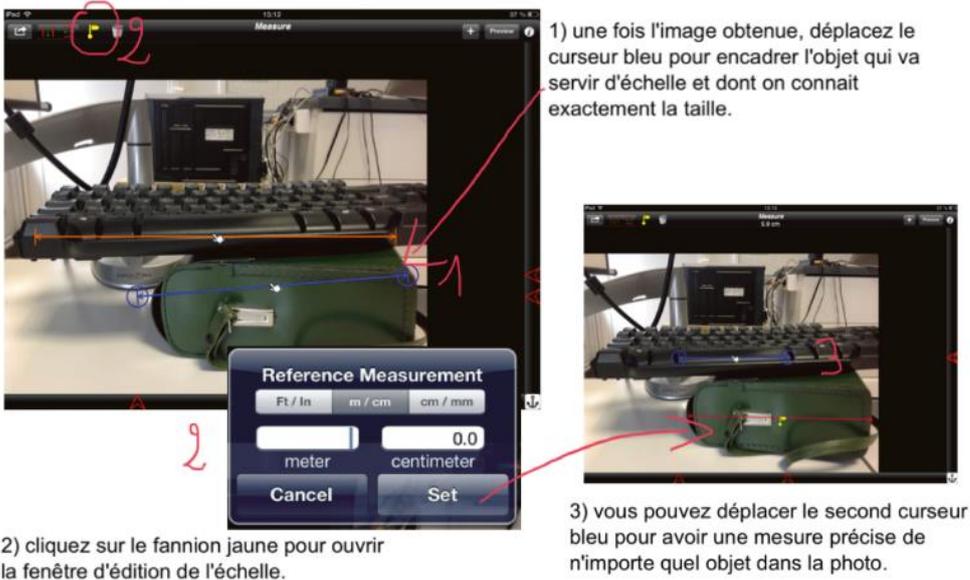
Tutoriel multimeasure

Multimeasure est une application permettant de réaliser des mesures sur des objets pris en photo, l'échelle peut être de l'ordre du mm jusqu'à plusieurs mètres.



Mettre en place l'échelle de l'image

Ceci implique que l'on dispose d'un objet dont on connait exactement la taille qui sera placé dans la champ de l'image.



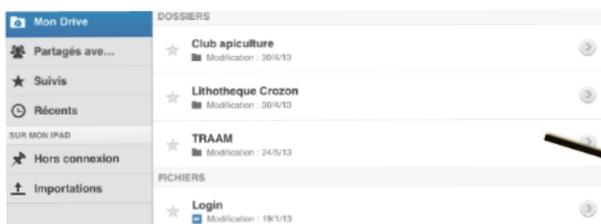
Annexe 4: TUTORIEL Google Drive

Tutoriel Google drive

1- Ouvrir l'application sur la tablette et se connecter au compte gmail.

Remarque : l'application est gratuite et l'inscription se fait en ligne.

2- Aller dans "Mon drive"



Adresse gmail

En sélectionnant "hors connexion", on accède aux fichiers disponibles hors connexion. Toujours vérifier que le document est bien téléchargé!

3- Sélectionner le fichier à rendre disponible hors connexion et glisser le curseur vers la droite. Répéter l'opération pour chaque fichier.

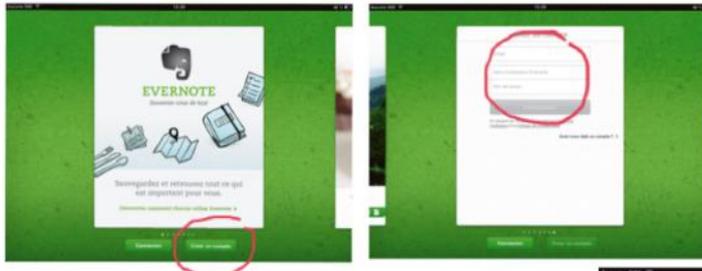
Remarque : ne fonctionne que pour un fichier pdf ou image (jpg,png)



Annexe 5 : TUTORIEL Evernote

Tutoriel Evernote

1-Creer un compte sur le site d'Evernote



Chaque groupe enregistre son travail dans le carnet portant le numéro de sa tablette.

Exemple : carnet 1 de l'ipad 1

2-Creer autant de carnets que d'ipads

Intérêt : si tous les Ipads se connectent sous le même compte, le transfert simultané des données enregistrées dans les carnets sera automatique.



Annexe 6 : TUTORIEL Ifiles



Tutoriel pour l'utilisation de Ifiles

Ifiles va permettre de charger des documents de travail dans chaque tablette à partir du contenu d'un dossier sur le poste professeur.

1) une fois l'application installée sur la tablette, récupérez à partir de Ifiles les moyens de connecter l'ordinateur à l'espace Ifiles sur la tablette :

- Ouvrez Ifiles sur la tablette
- Allez dans le menu "paramètres" (settings en anglais)
- Activez "Sharing" -> On
- Récupérez l'adresse IP de l'ipad

Settings

Sharing On >

Connect to this device using:
http://172.16.1.1:5000 or
http://iPad de classe.local:5000

Passcode Lock Off >

File Browser >

Transfers >

Web Browser/Downloader >

Opened Files >

PDF Viewer >

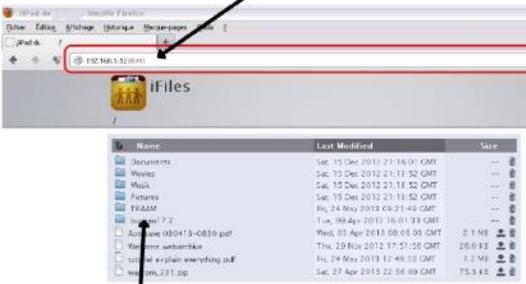
Image Viewer >





Tutoriel pour l'utilisation de Ifiles

Maintenant que vous avez l'adresse IP de votre tablette, ouvrez un navigateur internet (firefox, internet explorer,...) sur votre ordinateur et tapez les chiffres dans la ligne d'adresse et validez : vous allez accéder à une fenêtre permettant de gérer les fichiers de Ifiles sur la tablette.



Espace de fichiers stockés dans la tablette et accessibles *hors ligne* ensuite sans autre manipulation

Pour charger un ou plusieurs fichiers dans la tablette, cliquez sur "Upload".

-> une fenêtre de navigation s'ouvrira et vous pourrez sélectionner les fichiers à envoyer

"Create folder" permet de créer des dossiers pour "ranger" les fichiers déposés.

File Webview | Status | Logout Home

Pour préparer une activité, il faut faire la manipulation sur chaque tablette afin de charger les documents à destination des élèves.

Annexe 7 : Fiche élève : arrêt 1

Consigne générale :

Pour chaque arrêt, illustrez vos observations à l'aide de photos légendées (titre, échelle et commentaires), créez au moins une page « slide » par arrêt.

Outils à utiliser : appareil photo, *explain everything*, *multimesure*.

Restitution des travaux : sauvegarde des fichiers « *explain everything* » sur Google drive en pdf.

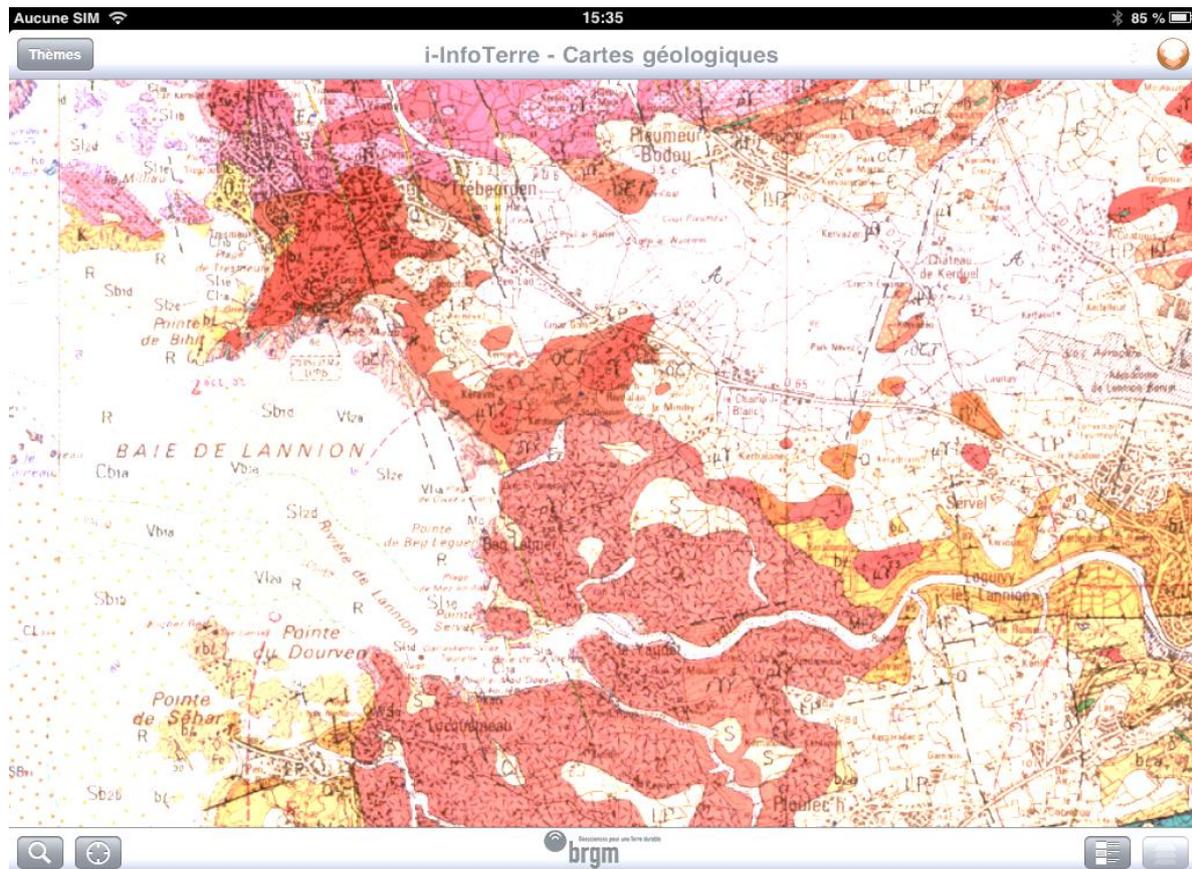
Consigne pour cet arrêt :

Positionnez-vous sur la carte. Identifiez les différentes roches et décrivez-les à différentes échelles.

Durée : 20'

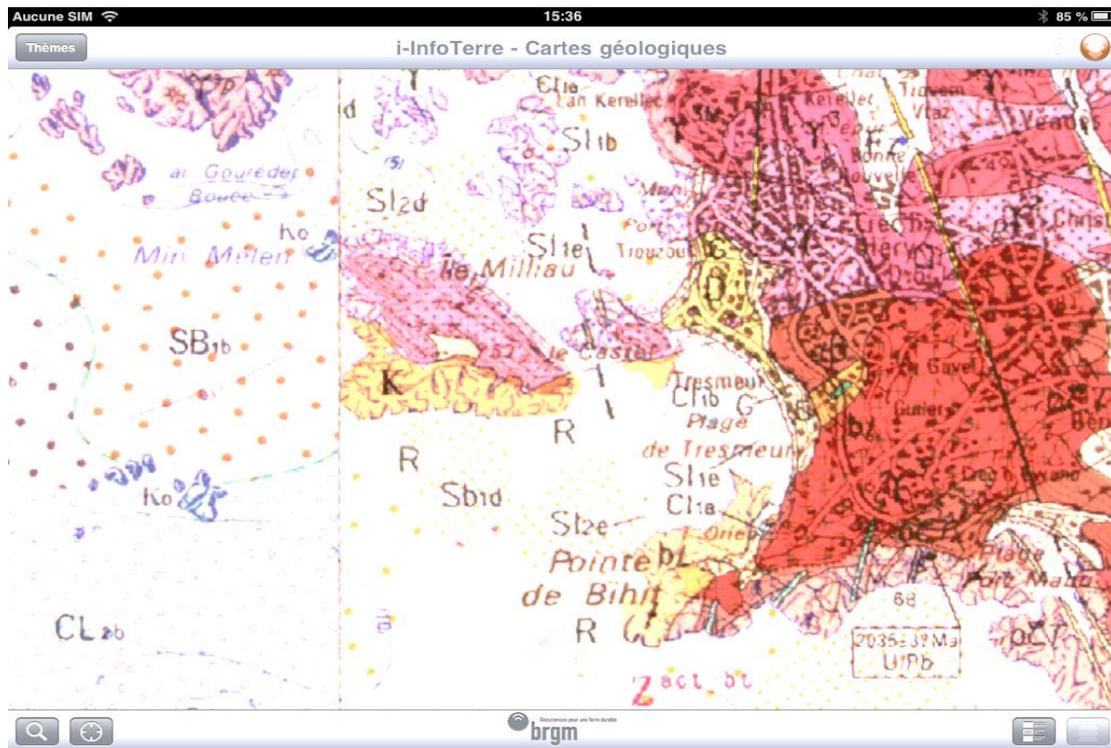
Documents

Extrait de la carte géologique de Lannion au 1/50000e : plan large

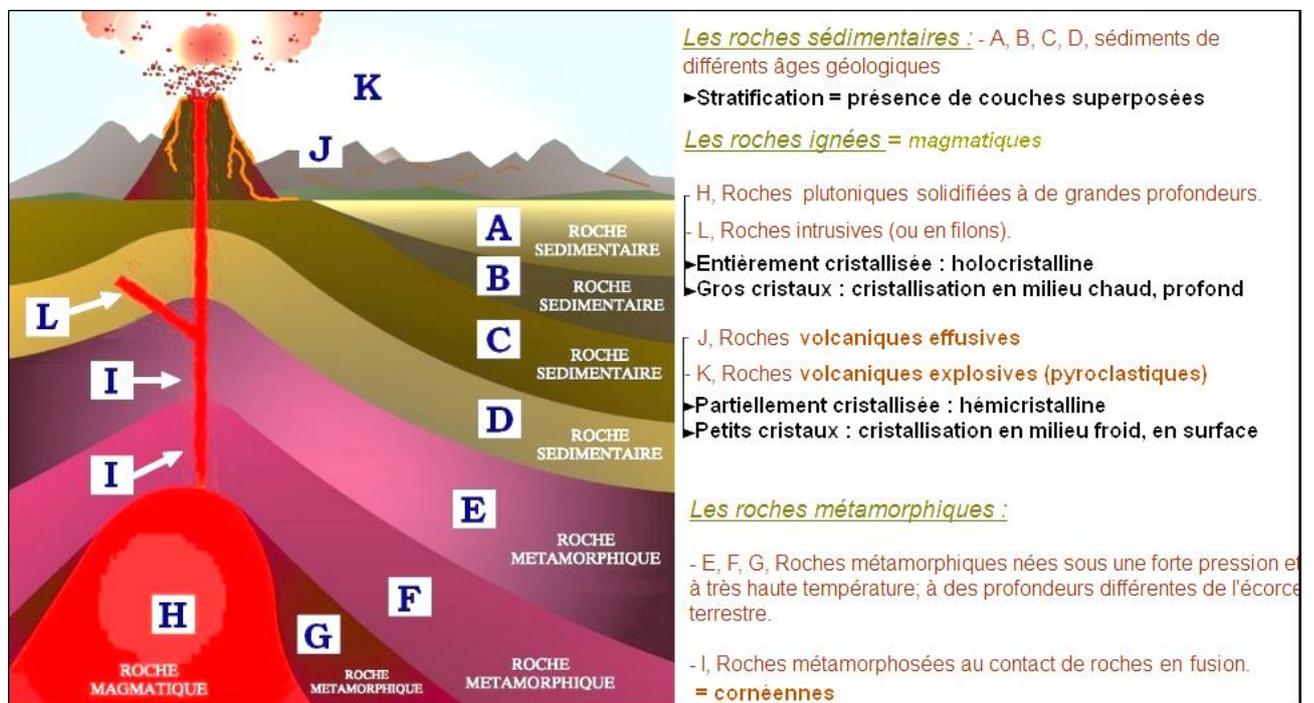


Source : BRGM

Extrait de la carte géologique de Lannion au 1/50000e : zoom sur Trebeurden

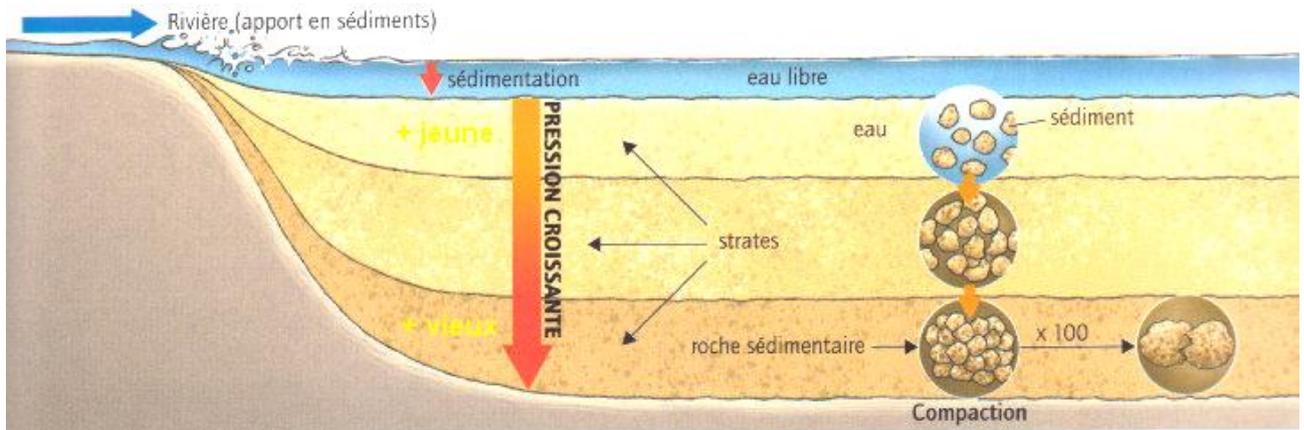


Source : BRGM



Annexe : Fiche aide élève 7 bis: arrêt 1

Formation d'une roche sédimentaire :

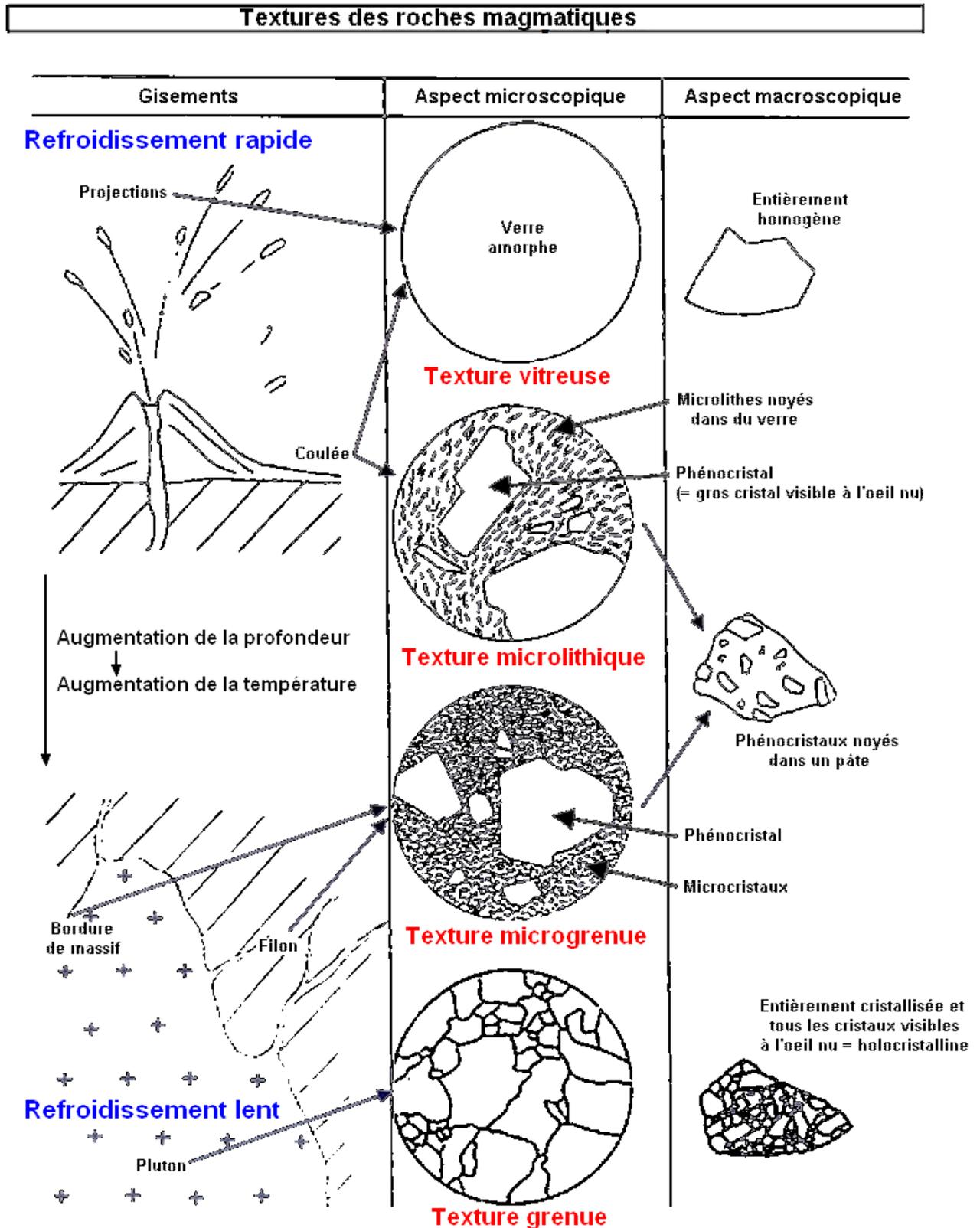


Les relations géométriques entre couches

- Le **principe de superposition** : en l'absence de bouleversements structuraux, une couche est plus récente que celle qu'elle recouvre et plus ancienne que celle qui la recouvre. C'est le principe le plus ancien en géologie, il a été formulé dès le XVIIe siècle par Nicolas Stenon.
- Le **principe d'horizontalité** : les couches sédimentaires se déposent horizontalement ; une séquence sédimentaire qui n'est pas en position horizontale a subi des déformations postérieures à son dépôt.
- Le **principe de recoupement** : les couches sédimentaires sont plus anciennes que les failles ou les roches qui les recoupent.
- Le **principe d'inclusion** : les morceaux de roche inclus dans une autre couche sont plus anciens que leur contenant.

Formation d'une roche magmatique :

Une roche magmatique se forme par refroidissement plus ou moins rapide d'un magma.



Annexe 8 : Fiche élève : arrêt 2

Consignes générales :

Illustrez vos observations à l'aide de photos légendées (titre, échelle et commentaires), créez au moins une page « slide » par arrêt.

Outils à utiliser : appareil photo, *explain everything*, *multimesure*. (voir fiches techniques)

Restitution des travaux : sauvegarde des fichiers *explain everything* sur Google drive en pdf.

Consigne pour cet arrêt :

Décrivez la façon dont sont disposées les couches* de la roche sombre. Quelle hypothèse permet d'expliquer cette disposition ?

Durée : 20'

Couche* (= strate) : ensemble sédimentaire délimité par deux surfaces parallèles qui correspondent à des discontinuités ou des changements de composition de la roche. On parle également de banc quand il s'agit d'une roche dure.

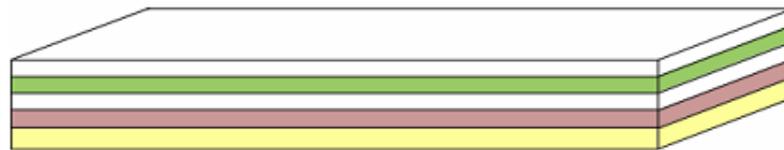


Source : lexique de la lithothèque de Rennes

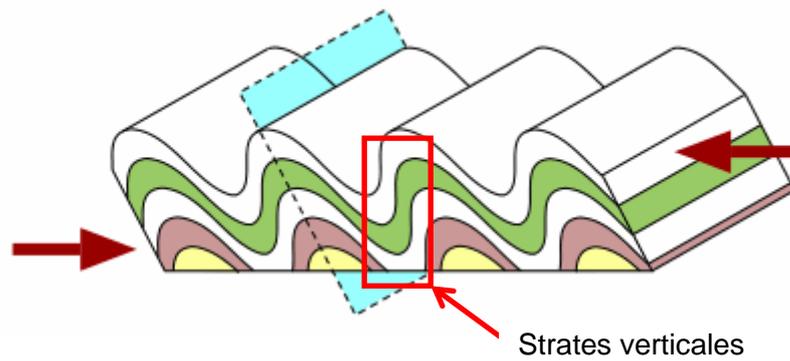
Formation de plis dans une roche

Strates horizontales non déformées

Couches horizontales non déformées



Déformation plastique sous l'effet de contraintes de compression



[Source](#)

Annexe 9 : Fiche élève : arrêt 3

Consigne générale :

Pour chaque arrêt, illustrez vos observations à l'aide de photos légendées (titre, échelle et commentaires), créez au moins une page « slide » par arrêt.

Outils à utiliser : appareil photo, *explain everything*, *multimesure*.

Restitution des travaux : sauvegarde des fichiers « *explain everything* » sur Google drive en pdf.

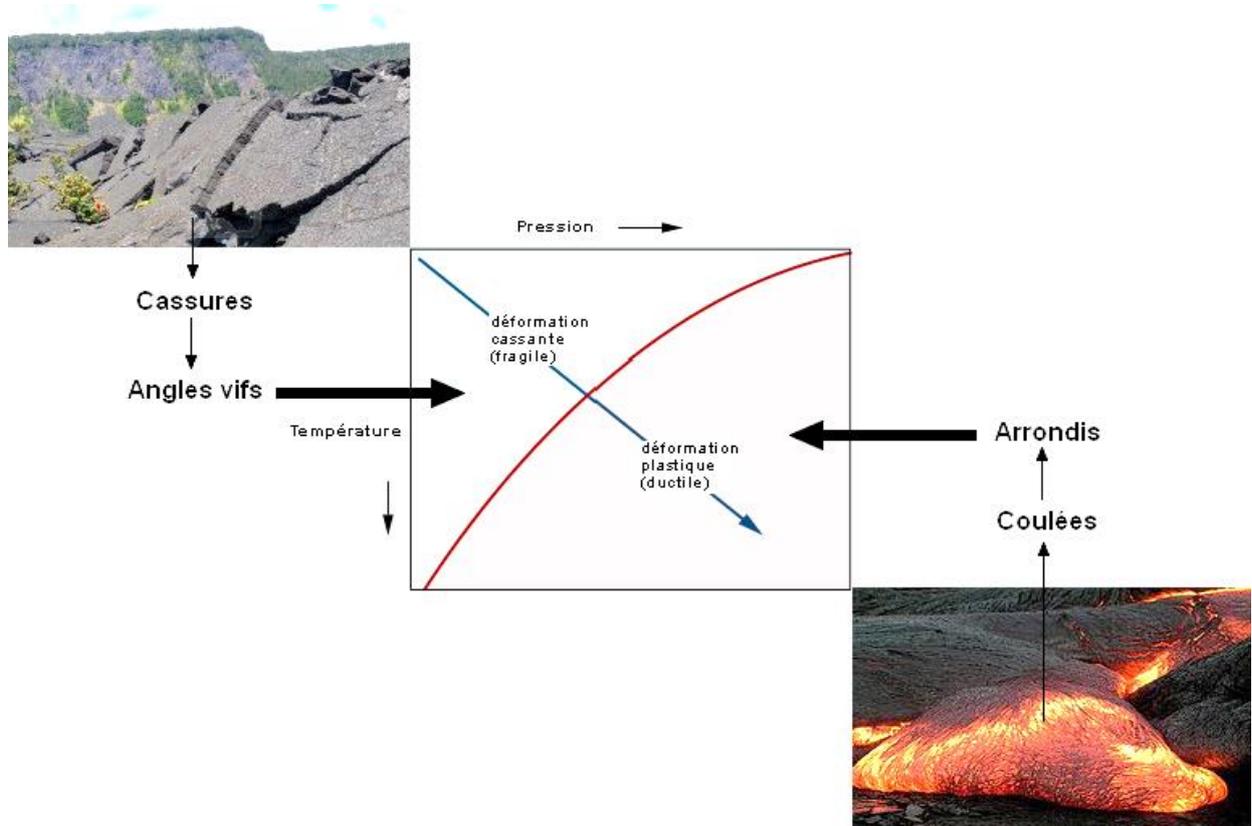
Consigne pour cet arrêt :

Vous êtes en présence d'un type d'enclave* particulier. A partir de la vidéo sur le modèle « chocolat », proposez une explication à la formation de cette enclave.

Durée : 20'

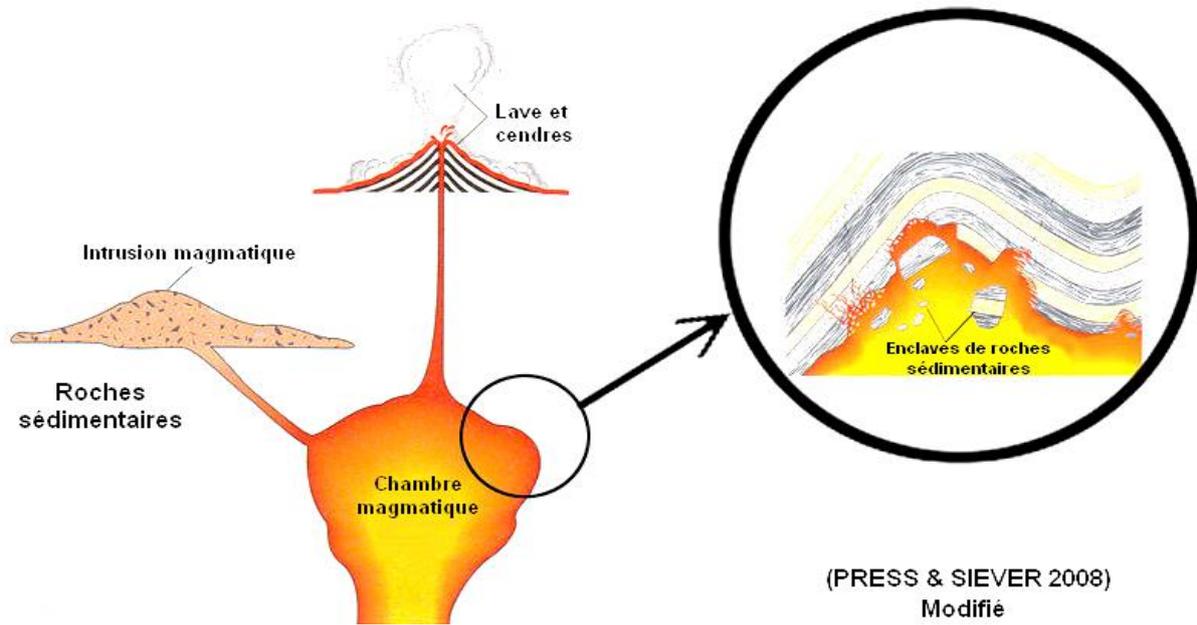
Enclave* : Masse de roche qui a été mécaniquement arrachée et emballée dans une autre roche.

Document : vidéo à consulter dans Documents/PlayTube/Cache/chocolat



Source (modifié)

Annexe 9 bis : Fiche aide élève : arrêt 3



Annexe 10 : Fiche élève : arrêt 4

Consigne générale :

Pour chaque arrêt, illustrez vos observations à l'aide de photos légendées (titre, échelle et commentaires), créez au moins une page « slide » par arrêt.

Outils à utiliser : appareil photo, *explain everything*, *multimesure*.

Restitution des travaux : sauvegarde des fichiers « *explain everything* » sur Google drive en pdf.

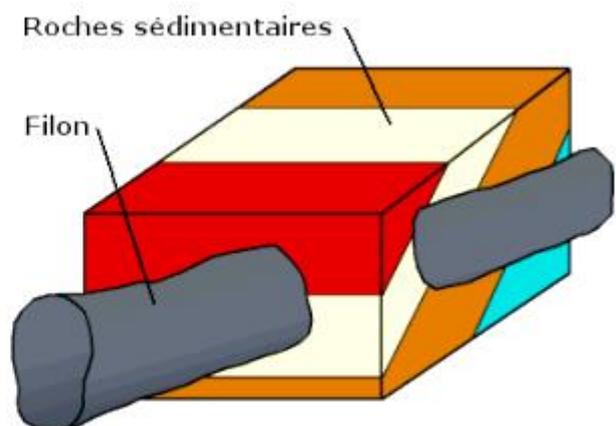
Consigne pour cet arrêt :

Vous êtes en présence de filons*. Comment expliquez-vous leur mise en place ?

Durée : 20'

Document : vidéo à consulter dans Documents/PlayTube/Cache/Dykes and Sills Formation.

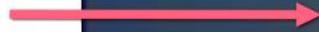
Filon* : ensemble rocheux dont l'épaisseur varie de quelques centimètres à quelques mètres qui recoupe une ou plusieurs roches appelées roche(s) encaissante(s). Les bords d'un filon sont parallèles. Il correspond le plus souvent au remplissage d'une fracture (diacalse, faille) par des intrusions de magma ou par la circulation de fluide (gaz ou liquides) qui cristallisent sur place.



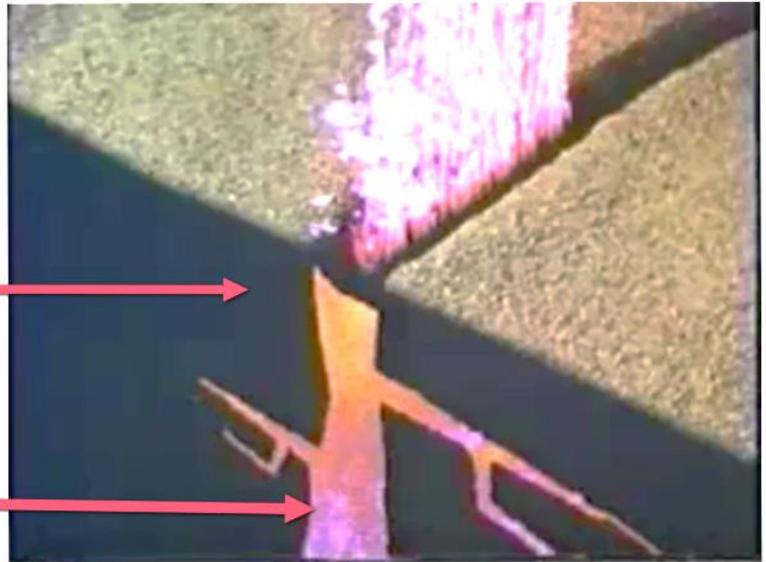
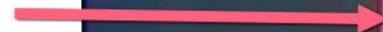
Source : lexique de la lithothèque de Rennes

Schéma de mise en place de filons.

Roche encaissante



Intrusion de magma
à l'origine de filons



Annexe 11: Fiche élève : arrêt 5

Consigne générale :

Pour chaque arrêt, illustrez vos observations à l'aide de photos légendées (titre, échelle et commentaires), créez au moins une page « slide » par arrêt.

Outils à utiliser : appareil photo, *explain everything*, *multimesure*.

Restitution des travaux : sauvegarde des fichiers « explain everything » sur Google drive en pdf.

Consigne pour cet arrêt :

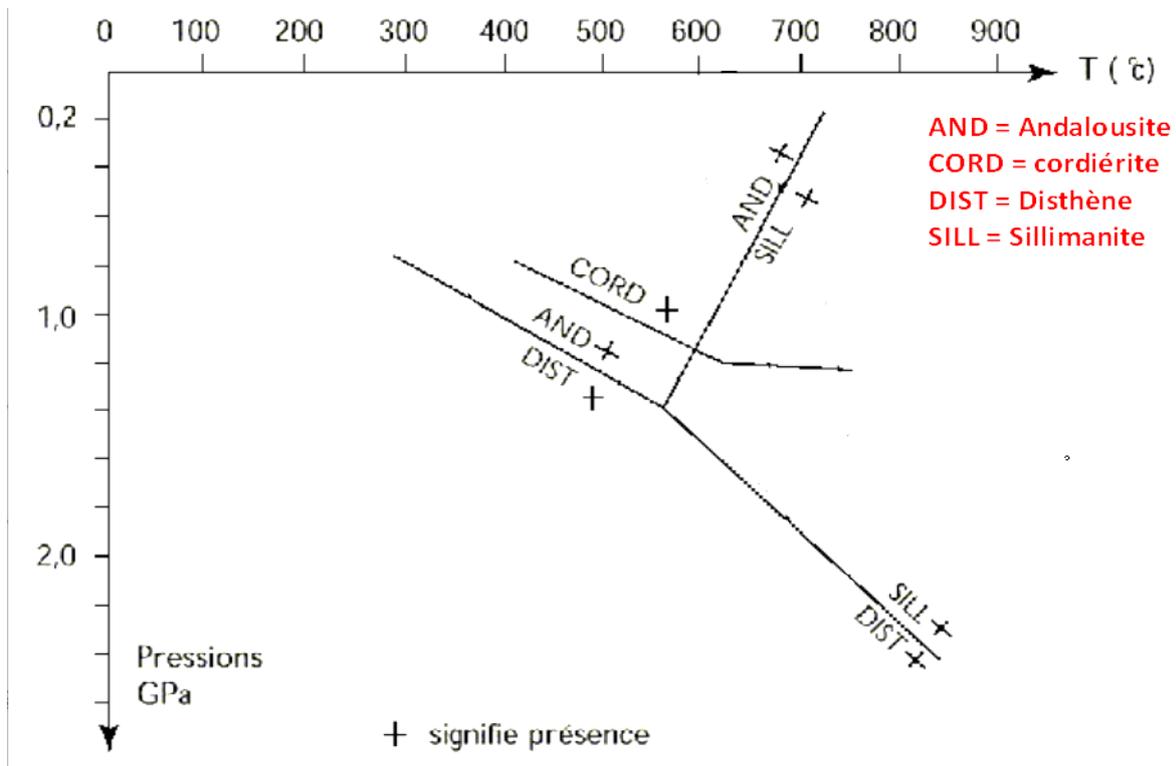
→ Comparez la roche sombre avec les photos que vous avez prises de cette même roche à l'arrêt n°1.

→ Expliquez la différence.

Durée : 20'

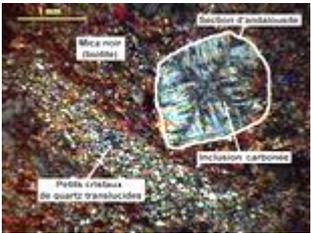
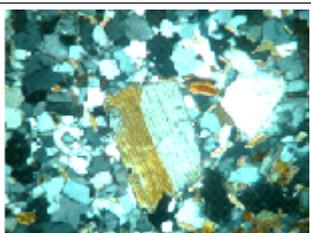
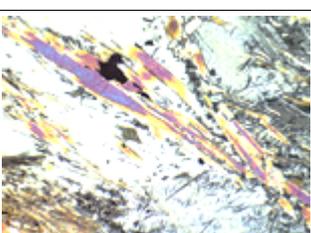
NB : cet affleurement nécessite une observation de très près de la roche sombre.

Document 5-1 : Diagramme de stabilité de quelques minéraux (pression / température)



Source : <http://www.didier-pol.net/68ets6.htm>

Document 5-2 : grille d'identification de différents minéraux associés au métamorphisme

Minéral	Vue macroscopique	Vue en microscopie (lame mince)	
		LPNA	LPA
Andalousite			
Cordiérite			
Disthène			
Sillimanite			

Sources des images :

<http://espace-svt.ac-rennes.fr/applic/huelgoat/l-huel/l-hue-6b.htm>

<http://vivarmor.over-blog.com/10-categorie-10817164.html>

<http://christian.nicollet.free.fr/page/MnxMacros/mnxmacros.html>

<http://perso.ens-lyon.fr/laurie.bougeois/mineraux.html>

Collection Musée de Géologie de l'Université de Rennes 1. N° inventaire IGR-MIN-98.14677).

Atlas de pétrographie (W.S Mac Kenzie et C. Guilford), Masson.

Métamorphisme : Transformation d'une roche, à l'état solide sous l'effet de variations de température et/ou de pression liées à l'enfouissement. Le métamorphisme se traduit par des changements de structure (schistosité, foliation), généralement accompagnés de modifications minéralogiques (cristallisation de minéraux néoformés).

(Source : lithothèque académie de Rennes)

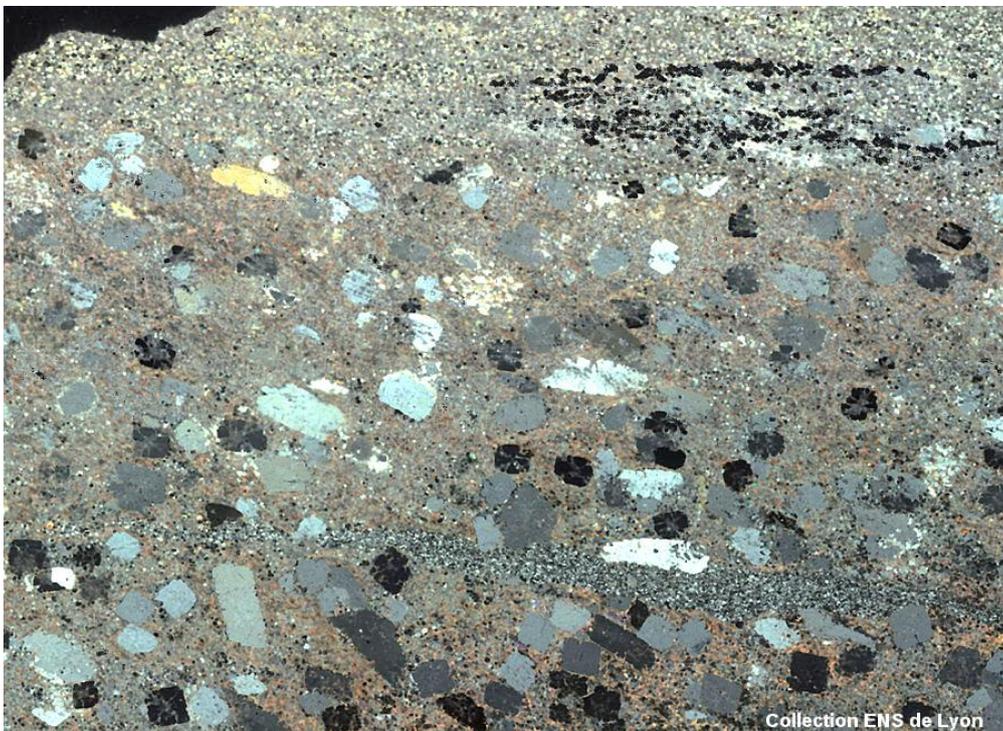
Magma: Liquide, à haute température (au moins 600°C), résultant de la fusion de roche. En refroidissant, le magma se solidifie et donne des roches magmatiques :

- volcaniques à structure microlithique en surface. (basalte par exemple)
- plutoniques à structure grenue en profondeur. (granite par exemple)

Annexe 11 bis: Fiche aide élève : arrêt 5



Observation macroscopique de la roche sombre



Observation microscopique d'une roche très semblable

Source

