

This walk, of 1.5 km, over the rocks which underlie north Ceredigion, is described from Aberystwyth to Clarach (Locations 1-12). Vehicles may be left in car parks or street parking in Aberystwyth, or in the North Beach car park at Clarach. Whichever way you walk, a pleasant return walk can be made by the cliff-top path over Constitution Hill.

The rocks seen in the cliffs belong to the *Aberystwyth Grits Group*, and were deposited during the early *Silurian Period* (about 430 million years ago). At this time most of Wales was a deep marine area (the *Welsh Basin*), with shallow water in the English Midlands, and a submarine slope between, running from the Welsh Borders to south-west Wales. To the north-west lay the *Iapetus Ocean*.

These rocks are all *sedimentary*, formed from mud, silt and sand - deposited in layers or beds on the sea floor. They were then hardened or *lithified* to solid rock, and compressed into folds (upfolds or *anticlines*, downfolds or *synclines*) and fractured along planes of weakness (*faults*).

Each layer of sediment was transported into the area as a dense and turbulent suspension flowing as a submarine avalanche, triggered by a storm or an earthquake - a *turbidity current*. This would have started on the submarine slope, and gathered momentum as it descended. It then spread out over the deep sea floor, sometimes scouring into the sea floor to produce *flute casts* (Fig. 8) (infilled V-shaped hollows), caused by vortices in the current, or *groove casts* (Fig. 6), made by objects, such as pebbles or shells, dragged along the sea floor by the current. Each layer of sediment becomes finer upwards as the current waned. The resulting *bed* (Fig. 5) is then formed of sand at the base, grading through silt to mud at the top. The lower part of each bed, a *sandstone* (or *grit*, hence the name Aberystwyth Grits) or *siltstone*, is more resistant to erosion by the sea than the upper *mudstone* (lithified mud). In some beds the central portion has laminae which have been folded into convolutions, before lithification, and truncated by the laminae above.

Trace fossils (Fig. 9) are the markings made by animals moving on or burrowing into the sediment on the sea floor. They are the only common remains of animals in these rocks, although occasional shells and other fossils (planktonic or free-floating graptolites) have been found. *Cone-in-cone concretions* (Fig. 7) are chemical growths which formed not long after the sediment was deposited. They are harder than the rock, and are common, especially at Location 5.

At the end of the Silurian Period (about 395 million years ago) the sea withdrew from Wales, when these rocks were strongly compressed and uplifted, forming tight folds as seen on the beach, whose anticlinal crests and synclinal troughs run north-south. Veins, mainly infilled by the white minerals *quartz* or *calcite* (Fig. 11), were also produced, either at this time or later (see the RIGS information panels in Cwm Ystwyth, Cwm Rheidol and Cwm Symlog).

Between this time and the *Tertiary Era* (65-2 million years ago), when the present day landscape was moulded, very little is known of the history of this region. Some of the faults (Figs. 2-4) may have been formed in this interval.

At the start of the *Pleistocene* Ice Ages, about two million years ago, the landscape had assumed more or less its present form, and the position of the coastline around Aberystwyth was probably not very different from today. A succession of Ice Ages occurred during this time, the most recent ending only some 14,000 years ago, resulting in the final moulding of landscape, as valley glaciers and ice sheets covered much of Wales and the bed of the Irish Sea. The debris left by these glaciations still covers much of the land and the sea floor. The shingle beaches include many pebbles brought from Scotland, Northern Ireland and further away, as well as from north Wales and the more local cliffs (see the RIGS Pamphlet *Pebbles on the Beach*).

This walk should not be undertaken beyond the two cut-off points marked on the map during a rising tide: it is easy to be trapped (a tidal table is posted at the end of the promenade). If this happens, do not attempt to climb the cliffs - wait for the tide to fall. The rocks and boulders can be slippery. Rock falls can occur - do not go under overhanging cliffs. Allow two hours for the walk along the beach.

Disgrifir y daith o Aberystwyth i Glarach (Safleoedd 1-12). Mae'r daith yn 1.5 cilometr o hyd, dros y creigiau sy'n gorwedd dan Ogledd Ceredigion. Gallwch barcio ceir ym meysydd parcio neu strydoedd Aberystwyth, neu ym maes parcio Traeth y Gogledd yng Nghlarach. Gallwch wneud cylchdaith bleserus drwy gerdded yn ôl i'r man cychwyn ar lwybr yr arfordir dros Graig Glais.

Creigiau o *Grŵp Grutiau Aberystwyth* a welir yn y clogwyni; cawsant eu gwaddodi yn ystod y *Cyfnod Silwraidd* cynnar (tua 430 miliwn o flynyddoedd yn ôl). Yn y cyfnod yma gorchuddiwyd y rhan fwyaf o Gymru o dan fôr dwfn (y *Basn Cymreig*). Ar yr un pryd, gorchuddiwyd Canolbarth Lloegr gan ddŵr bâs, gyda llethr danfodol yn rhedeg rhyngdynt, o'r Gororau i gyfeiriad de-orllewin Cymru. Gorweddai'r *Cefnfor Iapetus* i'r gogledd-orllewin.

Creigiau Gwaddod yw'r rhain i gyd, wedi eu ffurfio allan o fwd, silt a thywod, a waddodwyd mewn haenau neu welyau ar waelod y môr. Cawsant eu caledu (*lithiffio*) i ffurfio craig solet, ac wedyn eu cywasgu i blygiadau (i fyny mewn *anticlin*, i lawr mewn *synclin*) a'u holli ar hyd planau gwan (*ffawtiau*).

Cariwyd pob haen o waddod i'r ardal fel daliant trwchus ac aflonydd, yn llifo fel afalans tanfodol - *cerrynt tyrfedd*. Ysbardunwyd y llif gan storm neu ddaeargryn. Byddai hwn wedi cychwyn ar y llethr tanfodol, ac wedi cyflymu wrth ddisgyn. Yna, lledaenodd allan dros waelod y môr dwfn, weithiau yn sgwrio i mewn i lawr y môr i gynhyrchu rhychnodau (Ffig. 8) (pantiau siâp-V wedi eu mewnlenwi), a achoswyd gan drobyllau yn y cerrynt, neu rigolnodau (Ffig. 6), a grëwyd gan wrthrychau fel cerrig mân neu gregyn, a lusgwyd ar hyd llawr y môr gan y cerrynt. Wrth i'r cerrynt arafu, dyddodwyd gwaddodion o feintiau mwy a mwy mân, yn cychwyn felly gyda thywod ar y gwaelod, silt yn y canol a mwd ar y brig. Mae'r haen isaf o bob gwely, sy'n cynnwys *tywodfaen* (neu *grut*, sy'n rhoi'r enw Grutiau Aberystwyth) neu *garreg silt*, yn fwy gwydn yn erbyn erydiad gan y môr na'r *garreg laid* uchaf (mwd wedi ei lithiffio). Mewn ambell haen, mae gan y rhan ganolog laminau sydd wedi eu plygu'n ymdroelliadau (cyn cael eu lithiffio), a'u blaendorri gan y laminau uwchben.

Ôl ffosil (Ffig. 9) yw'r marciau a wneir gan anifeiliaid wrth iddynt symud dros y gwaddod ar lawr y môr neu dwrio i mewn iddo. Y rhain yw'r unig olion cyffredin o anifeiliaid yn y creigiau yma, er bod ambell gragen a ffosilau eraill (graptolitau planctonig neu arnofiol) wedi eu canfod. Gwelir hefyd, yn enwedig yn Safle E, *goncretiadau côn-mewn-côn* (Ffig. 7): tyfiannau cemegol, caletach na'r graig, a ffurfiwyd yn fuan wedi dyddodiad y gwaddodion.

Ar ddiwedd y Cyfnod Silwraidd (tua 395 miliwn o flynyddoedd yn ôl) ciliodd y môr o Gymru. Cafodd y creigiau yma eu cywasgu yn gryf a'u codi, ac, fel y gwelir ar y traeth, ffurfiwyd plygiadau tynn: cribau anticlinaidd a chafnau synclinaidd yn rhedeg o'r gogledd i'r de. Ffurfiwyd hefyd, naill ai bryd hynny neu'n nes ymlaen (gweler paneli gwybodaeth RIGS yng Nghwm Ystwyth, Cwm Rheidol a Chwm Symlog), wythiennau a fewnlenwyd gan y mineralau gwyn cwarts neu galsit.

O'r cyfnod yma i'r *Gorgyfnod Trydyddol* (65-2 miliwn o flynyddoedd yn ôl), y cyfnod pan gafodd tirlun heddiw ei fowldio, ni wyddom lawer am hanes yr ardal hon. Mae'n bosibl i rai o'r ffawtiau (Ffig. 2-4) gael eu ffurfio yn yr ysbaid yma.

Ar ddechrau Oesoedd Iâr *Pleistosen*, tua dwy filiwn o flynyddoedd yn ôl, roedd y tirlun fwy neu lai yn ei ffurf bresennol, a lleoliad yr arfordir o gwmpas Aberystwyth hefyd yn debyg iawn i heddiw. Cafwyd olyniaeth o Oesoedd Ia yn ystod y cyfnod yma, gyda'r diweddaraf yn dod i ben dim ond 14,000 o flynyddoedd yn ôl. Canlyniad y rhain, wrth i rewlifedd y dyffrynnoedd a haenau iâ orchuddio llawer o Gymru a gwely Môr Iwerddon, oedd mowldiad terfynol y tirlun. Hyd heddiw, gorchuddir llawer o'r tir a llawr y môr gan weddillion o'r rhewlifannau yma. Ar y traethau fe welwch nifer o gerrig a gariwyd o lefydd mor bell i ffwrdd â'r Alban, Gogledd Iwerddon ac ymhellach, yn ogystal ag o Ogledd Cymru a chlogwyni lleol (gweler pamffled RIGS *Cerrig y Traeth*).

Ni ddylid ymgymryd â'r daith yma rhwng y torbwyntiau ar y map pan fo'r llanw'n codi: mae'n rhy hawdd cael eich trapio (mae tabl llanw i'w weld ar ben draw'r promenâd). Os cewch eich dal, peidiwch â dringo'r clogwyni - arhoswch i'r llanw ddisgyn. Gall y creigiau a'r cerrig fod yn llithrig. Gall cerrig ddisgyn - peidiwch â mynd dan glogwyni sy'n bargodi. Caniatewch ddwy awr ar gyfer cerdded ar hyd y traeth.



6. Location 5. Undersurface of bed with groove cast.
6. Safle 5. Wyneb gwaelod gwely yn dangos rhigolnodau.



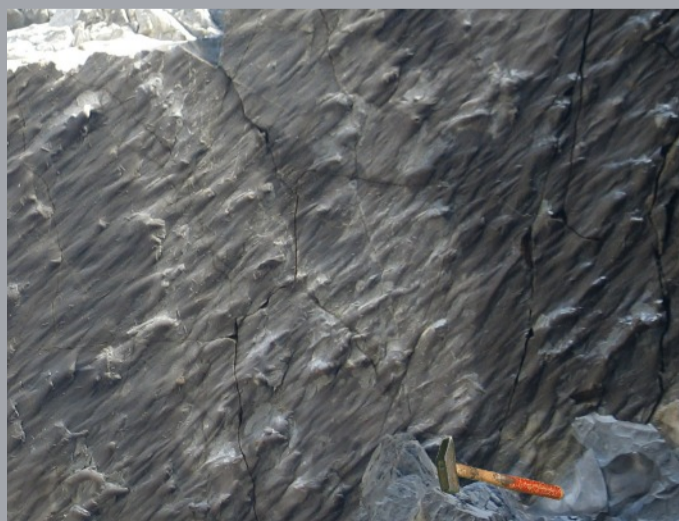
9. Location 2. Undersurface of bed with trace fossils: the network *Palaeodictyon* and straight burrows.
9. Safle 2. Wyneb gwaelod gwely gydag ôl ffosil: rhwydwaith *Palaeodictyon* a thyrchfeydd syth.



7. Location 5. Disc-shaped cone-in-cone concretions.
7. Safle 5. Concretiaid côn-mewn-côn ar ffurf disgen.



10. Location 11. The pale greenish-grey ash bed.
10. Safle 11. Y gwely lludw gwyrddllwyd.
11. NE of Location 12. Calcite veining in a sandstone.
11. I'r gogledd o safle 12. Gwythiennau calsit mewn tywodfaen.



8. Location 5. Flute casts. Their orientation indicates the flow direction of the current: the pointed end is upstream.
8. Safle 5. Rhychnodau. Mae eu cyfeiriadedd yn dangos cyfeiriad llif y cerrynt: mae'r pen pigfain yn groes i'r llif.

For further information, see /Am ragor o wybodaeth gweler:

Geologists' Association Guide No.54: The Aberystwyth District, 1995.
Central Wales RIGS acknowledges the assistance of The Curry Fund of the Geologists' Association. Dymuna RIGS Canolbarth Cymru gydnabod cynhorthwy Cronfa Curry Cymdeithas y Ddaeargryn.

Contributors/cyfranwyr.: Denis Bates, with RIGS members.
Translators/cyfieithwyr: Bethan Hartnup, Raymond Roberts (CCW Mold)

www.geologywales.co.uk/central-wales-rigs
Printed by Cambrian Printers Ltd., Aberystwyth

ABERYSTWYTH TO CLARACH A GEOLOGICAL WALK ABERYSTWYTH I GLARACH TAITH GERDDED DDAEAREGOL



1 Looking north at the cliff (Fig. 1), is a downfold, or syncline, and upfold, or anticline. These two folds are replaced by the fault at Location 5.

2 Trace fossils may be found on the bases of the beds in this small cove (Fig. 9). The most distinctive is a meshwork of burrows, which has been given the name *Palaeodictyon* ("ancient network").

3 Cove cut along a fault line - look along the fracture running up the back of the cove for displacement of the rocks on either side. Many of the sedimentary features of the Aberystwyth Grits may be seen here: note particularly the flute casts on the base of the thickest bed (all aligned south to north, and thus revealing the direction of flow of the turbidity currents).

● Cut-off point at breakwater.

4 An anticline runs north-south here. It is well seen if you look south from this point. You are standing on the wavecut platform, formed by storms at periods of high tide. The platform has a very gentle dip out to sea, and ends abruptly at the base of the cliffs.

5 In this cove look for features on the bases of the beds, particularly well seen in the north-east corner. A cave is cut through the north wall, forming a tunnel through to the north, which was eroded by the sea along a fault (Fig. 4). This fault is all that remains of the anticline and syncline seen at Location 1.

6 A large fault crosses the foreshore here: there is a depression in the wave-cut platform, and on the north side the beds swing towards the line of the fault, where they have been dragged round during movement on the fault (Fig. 2).

7 Along this section of cliff the beds dip steeply inland. Look along here for markings on the bed bases - flute and groove casts (Fig. 6), and trace fossils.

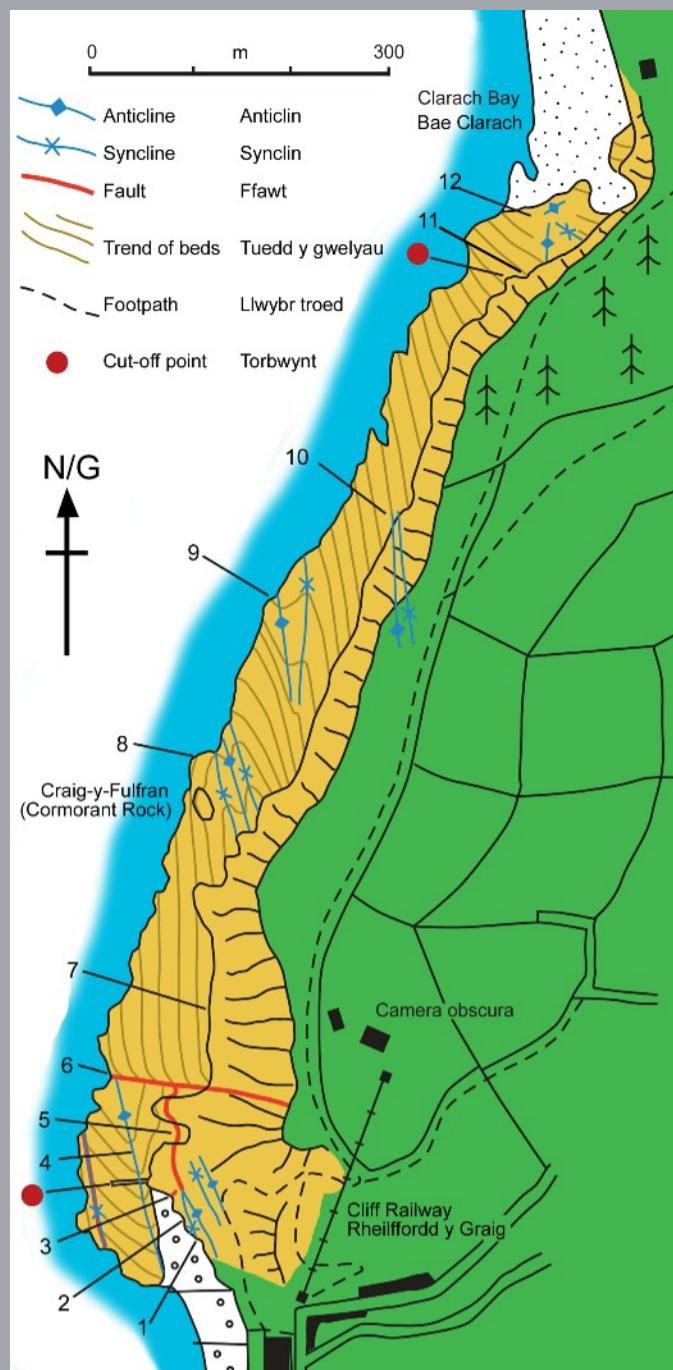
8 Craig-y-Fulfran (Cormorant Rock) is a conspicuous sea stack. Its inland face is a large bedding plane. Just east of it we cross a complicated belt of folds, which form the trough, or hinge zone, of a major syncline. From here north to Clarach the beds dip mainly to the west, as we are now east of this zone.

9, 10 Zones of small folds. These interrupt the general westerly dip seen between the syncline of Cormorant Rock and the shingle and sand beach at Clarach.

● Cut-off point.

11 A small cave. The roof is formed of the base of a sandstone, with groove marks. Just south of the cave is a 3 cm thick bed of greenish-grey rock (Fig. 10). This is a volcanic ash, derived from an eruption many miles away.

12 An area of complex folding. Unlike the north-south folds at Locations 1-10, the trend of the folds here is haphazard.



1 Wrth edrych i'r gogledd at y clogwyn (Ffig. 1), mae plyg i lawr, neu synclin, a phlyg i fyny, neu anticlin. Yn Safle 5, mae ffawt yn cymryd lle'r plygiadau yma.

2 Gallwch weld ôl ffosil ar waelodion y gwelyau yn y bae bychan yma (Ffig. 9). Y mwyaf nodedig yw'r rhwydwaith o dychrffeydd a enwyd yn *Palaeodictyon* (rhwydwaith hynafol).

3 Cildraeth a dorwyd ar hyd llinell ffawt - edrychwch ar hyd y toriad sy'n rhedeg i fyny cefn y cildraeth i weld dadleoliad y creigiau ar y ddwy ochr. Gwelir sawl un o nodweddion gwaddodol Grutiau Aberystwyth yma: sylwch yn arbennig ar y rhychnodau ar waelod y gwely mwyaf trwchus (i gyd wedi alinio o'r de i'r gogledd, ac felly'n arddangos cyfeiriad llif y cerrynt tyrffedd).

● Y morglawdd yw'r torbwynt.

4 Rhed anticlin o'r de i'r gogledd yma. Fe'i gwelir yn hawdd os edrychwch tua'r de o'r pwynt yma. Rydych yn sefyll ar y llyfndir tonnau, a ffurfir gan stormydd mewn cyfnodau o lanw uchel. Mae'r llyfndir yn goleddu mwmryn i gyfeiriad y môr, ac yn gorffen yn sydyn wrth waelod y clogwyni.

5 Yn y cildraeth yma, edrychwch am nodweddion ar waelodion y gwelyau, sy'n hawdd i'w gweld yn y cornel gogledd-ddwyreiniol. Torrwyd ogof drwy wal ogleddol y cildraeth, yn ffurfio twnnel drwyddo i'r gogledd, a crydwyd gan y môr ar hyd llinell ffawt (Ffig. 4). Dyma'r cyfan sy'n weddill o'r anticlin a'r synclin a welir wrth Safle 1.

6 Yma, mae ffawt mawr yn croesi'r traeth: mae pant i'w weld yn y llyfndir tonnau, ac yma ar yr ochr ogleddol mae'r gwelyau yn gwyro tua llinell y ffawt, yn dangos ble maent wedi cael eu tynnu gan symudiad y ffawt (Ffig. 2).

7 Ar hyd y clogwyni yma, mae'r gwelyau'n gogwyddo'n serth i gyfeiriad y tir. Edrychwch am farciau ar waelodion y gwelyau - rhychnodau a rhigolnodau (Ffig. 6), ac ôl ffosiliau.

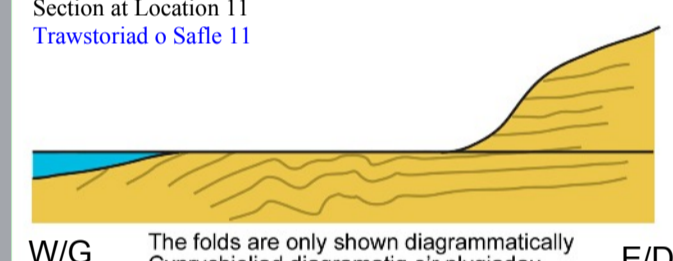
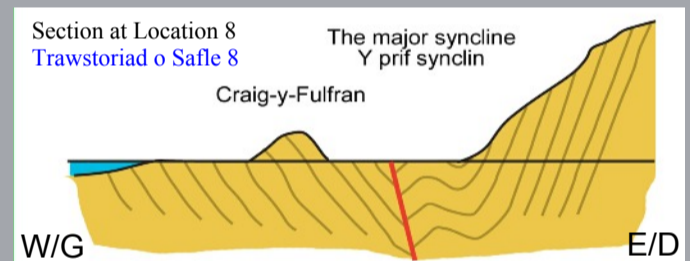
8 Mae Craig-y-Fulfran yn stac amlwg. Plân gwelyo mawr yw ei wyneb mewndirol. Yn union i'r dwyrain ohono, croeswn lain gymhleth o blygiadau, sy'n ffurfio cafn synclin mawr. Oddi yma tua'r gogledd i gyfeiriad Clarach, mae'r gwelyau'n gogwyddo tua'r gorllewin, gan amlaf, gan ein bod yn awr i'r dwyrain o'r gylchfa yma.

9, 10 Ardal o blygiadau bychain. Mae'r rhain yn ymyrryd â'r gogwydd gorllewinol a welir yn gyffredinol rhwng synclin Craig-y-Fulfran a'r traeth tywod a cherrig mân yng Nghlarach.

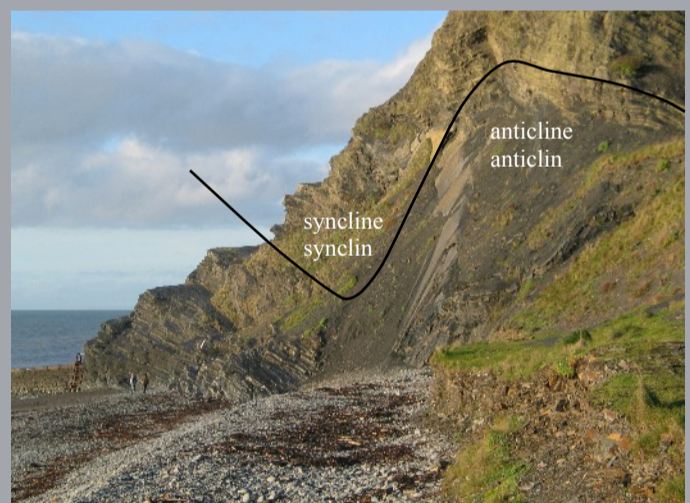
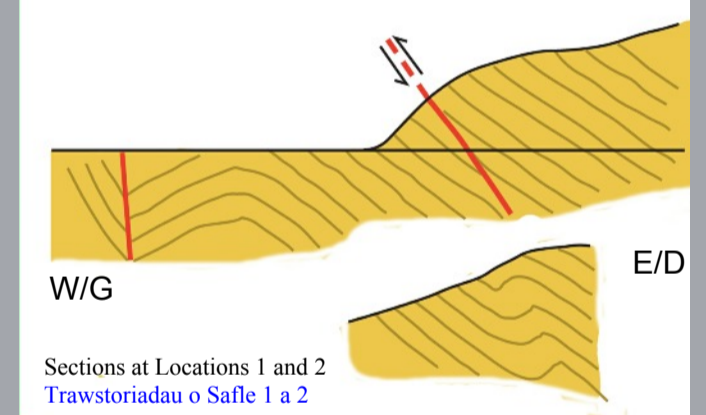
● Torbwynt.

11 Ogof fach. Ffurfir y to o waelod tywodfaen, sy'n dangos marciau rhychrau. Yn union i'r de o'r ogof, gwelwch wely 3cm o drwch o graig werddlwyd (Ffig. 10). Llundw folcanig yw hwn, sy'n tarddu o ffrwydrad sawl milltir oddi yma.

12 Ardal o blygiant cymhleth. Yn wahanol i'r plygiadau yn Safleoedd 1-10, sy'n rhedeg o'r gogledd i'r de, mae cyfeiriad y plygiadau yma mewn anhrefn.



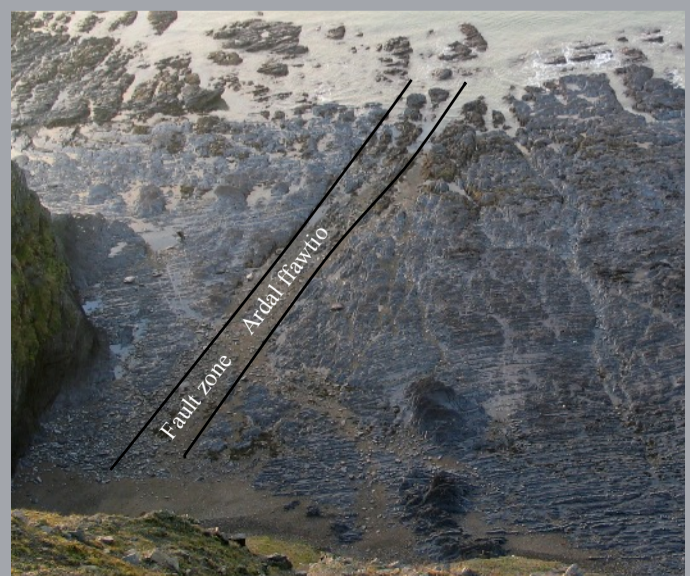
The two folds at Location 2 are replaced at Location 5, in the cove, by a reverse fault. The beds on the inland side are forced up over those beneath. Y ffawt yn Safle 5, yn y cildraeth, sy'n cymryd lle'r ddau blyg yn Safle 2. Y gwelyau ar ochr y tir, wedi eu gwthio i fyny uwchben y gwelyau islaw.



1. Locations 1 and 2. View of the cliffs looking north from the end of the promenade. The black line indicates the form of the folding.
1. Safleoedd A a B. Golygfa o'r clogwyni yn edrych i'r gogledd o ben y promenâd. Mae'r llinell ddu yn dangos ffurf y plygiadau.



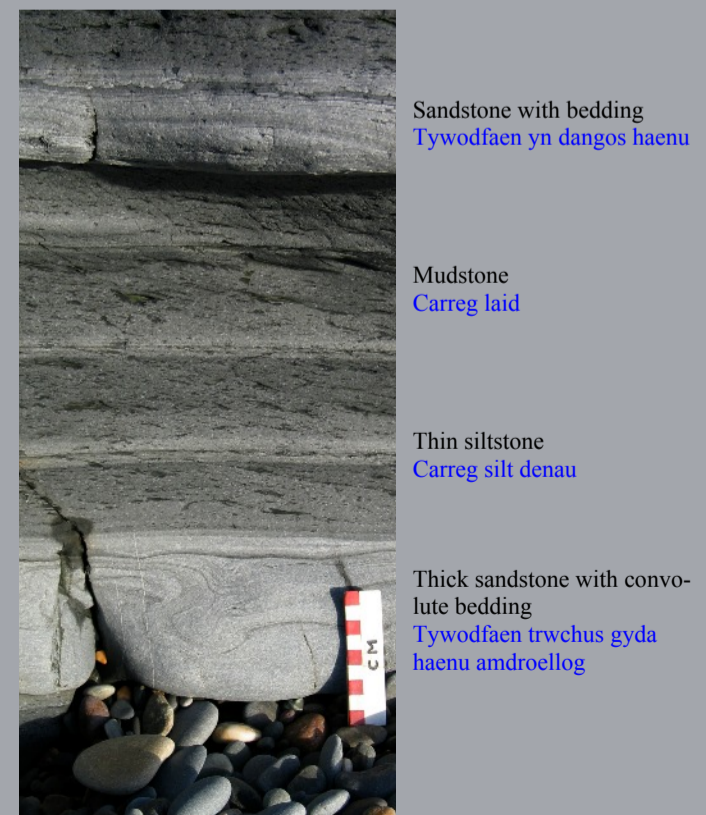
3. The shore near location 10. The beds dip steeply to the left (west), and are cut by small faults (F-F).
3. Y traeth ger Safle 10. Mae'r gwelyau yn gogwyddo'n serth i'r chwith (gorllewin), ac wedi eu torri gan ffawtiau bach (F-F).



2. View looking down from Constitution Hill to the shore at Location 6, with the fault zone marked.
2. Golygfa yn edrych i lawr o Graig Glais i'r traeth yn Safle 6, yn marcio ardal y ffawtio.



4. Location 5, looking north through the cave. Arrows indicate fault.
4. Safle 5, yn edrych i'r gogledd drwy'r twnnel. Saethau'n dynodi'r ffawt.



5. Sequence of beds at Location 2. The sandstones are more resistant to erosion, and stand out.
5. Dilyniant o welyau yn Safle 2. Mae'r tywodfeini yn fwy gwydn yn erbyn erydiad, ac yn sefyll allan.