



Geochemische atlas van Nederland

Tweede, uitgebreide versie

Alterra-rapport 2069
ISSN 1566-7197

G. Mol, P.F.M. van Gaans, J. Spijker, G. van der Veer, G. Klaver en G. Roskam

Geochemische atlas van Nederland

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van de ministeries van VROM en LNV.

Geochemische atlas van Nederland

Tweede, uitgebreide versie

G. Mol
P.F.M. van Gaans
J. Spijker
G. van der Veer
G. Klaver
G. Roskam

**Deze atlas is een gezamenlijke uitgave van Alterra, Deltares en RIVM met als rapportnummer
Alterra-rapport 2069**

Alterra, onderdeel van Wageningen UR
Wageningen, 2010



Referaat

Mol, G., P.F.M. van Gaans, J. Spijker, G. van der Veer, G. Klaver en G. Roskam, 2010. *Geochemische atlas van Nederland; Tweede, uitgebreide editie*. Alterra, Deltares en RIVM, Alterra-rapport 2069, 186 blz.; 315 fig.; 67 tab.; 49 ref.

Deze tweede, uitgebreide editie van de Geochemische Atlas van Nederland bevat kaarten en tabellen die gebaseerd zijn op een bodemchemische dataset van ruim 700 monsters van 358 locaties in Nederland. Aan bovengrond- en ondergrondmonsters zijn totaalgehalten van 38 chemische elementen bepaald m.b.v. XRF spectrometrie en ICP-MS analyse na HF-destructie. Daarnaast zijn reactieve gehalten van de elementen bepaald m.b.v. van een HNO₃-extractie. De resultaten worden in deze atlas gepresenteerd als kaarten, tabellen en frequentieverdelingen.

Trefwoorden: bodemkwaliteit, chemische elementen, zware metalen, ruimtelijk patroon, achtergrondwaarde

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra Wageningen UR verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.boomblad.nl/rapportenservice.

© 2010 Alterra Wageningen UR, Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland
Telefoon 0317 48 07 00; fax 0317 41 90 00; e-mail info.alterra@wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra Wageningen UR.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alterra-rapport 2069

Wageningen, september 2010

Inhoud

Woord vooraf			7
1	Achtergronden		9
	1.1	Inleiding	9
	1.2	Geologie en lithologie van Nederland	10
	1.3	Landgebruik en bronnen van diffuse verontreiniging	12
	1.4	Bemonstering en analyse	13
	1.5	Database en kaarten	14
2	Voorbeeld van een interpretatie: Natuurlijke achtergrondconcentraties van metalen in de Nederlandse bodem		17
	2.1	Natuurlijke achtergrondconcentraties van metalen in de Nederlandse bodem	17
	2.2	De kartering van achtergrondgehalten	22
3	Kaarten, tabellen en grafieken per element		29
	Al	- Aluminium	30
	Ba	- Barium	34
	Be	- Beryllium	38
	Ca	- Calcium	42
	Cd	- Cadmium	46
	Cr	- Chromium	50
	Cs	- Cesium	54
	Cu	- Copper	58
	Fe	- Iron	62
	Ga	- Gallium	66
	Hf	- Hafnium	70
	Hg	- Mercury	74
	K	- Potassium	78
	La	- Lanthanum	82
	Li	- Lithium	86
	Mg	- Magnesium	90
	Mn	- Manganese	94
	Mo	- Molybdenum	98
	Na	- Sodium	102
	Nb	- Niobium	106
	Ni	- Nickel	110
	Pb	- Lead	114
	P	- Phosphorus	118
	Rb	- Rubidium	122
	S	- Sulphur	126
	Sb	- Antimony	130
	Sc	- Scandium	134
	Se	- Selenium	138
	Si	- Silicon	142
	Sn	- Tin	146
	Sr	- Strontium	150
	Th	- Thorium	154
	Ti	- Titanium	158
	Tl	- Thallium	162
	U	- Uranium	166
	V	- Vanadium	170
	Y	- Yttrium	174
	Zn	- Zinc	178
4	Literatuur		183

Woord vooraf

Kaarten van de chemische bodemkwaliteit keren steeds vaker terug als ondersteunend gereedschap bij het beoordelen van milieuproblemen die betrekking hebben op de bodem, het grondwater en het oppervlaktewater. Deze beoordelingen vinden deels plaats vanwege nationale regelgeving, maar steeds vaker ook in verband met rapportageverplichtingen die het gevolg zijn van Europese regelgeving. Enkele voorbeelden van vragen waarbij dit soort kaarten een rol spelen zijn: (1) de uitspoeling van contaminanten (inclusief nutriënten) vanuit de bodem naar het grond- en oppervlaktewater, (2) de voedselveiligheid van gewassen door de opname van contaminanten vanuit de bodem, (3) de nieuwe normstelling die naast generieke normen ook locatiespecifieke achtergrondwaarden en lokale maxima nodig heeft, en (4) de monitoring van de koolstofvoorraden in de Nederlandse bodem in verband met klimaatregelgeving.

Wanneer Nederland beschikt over betrouwbare, ruimtelijke informatie over de chemische samenstelling van de bodem (en eventueel de ontwikkelingen daarvan), wordt het voor de overheid enerzijds mogelijk om het nationale bodembeleid beter gefundeerd uit te voeren. Anderzijds vergemakkelijkt het de invulling van rapportageverplichtingen in het kader van Europese richtlijnen. Deze *Geochemische atlas van Nederland* past daarom uitstekend in het traject 'van bodem- en ondergronddata naar beleidsrelevante informatie' van het ministerie van VROM, en binnen het programma BIS 2014 dat wordt gefinancierd door het ministerie van LNV. Dat programma is erop gericht om het Bodemkundig Informatie Systeem van Nederland, dat in beheer is bij Alterra, te ontwikkelen tot een kwalitatief goede, actuele en goed ontsloten database over de bodem van Nederland. Deze atlas is een 'werk in uitvoering'. De atlas is in zijn eerste vorm in 2006 uitgegeven als onderdeel van het proefschrift van Grishja van der Veer. Hij heeft voor die eerste editie samen met het laboratorium van TNO gewerkt aan het verzamelen van gegevens over de chemische samenstelling van de vaste fase van de bodem. In 2008 zijn aan de monsters uit het monsterarchief van dit promotie-onderzoek aanvullende analyses uitgevoerd om de potentiële reactiviteit van de vaste fase te karakteriseren. Dit werk is geïnitieerd door het RIVM. In 2009 en 2010 zullen nog een aantal aanvullende analyses worden uitgevoerd om de (directe) beschikbaarheid van chemische elementen te karakteriseren. Dit werk wordt gefinancierd door de ministeries van VROM en LNV, met name in het kader van het programma BIS 2014 dat door Alterra wordt uitgevoerd.

Deze tweede editie van de atlas is uitgebreid met de gegevens die in 2008 zijn geanalyseerd. Als de analyses van de aanvullende meetronde uit 2009/2010 beschikbaar zijn zal er een derde editie verschijnen. Wij hopen dat deze atlas aanleiding zal zijn tot veel nader onderzoek aan de chemie van de Nederlandse bodem en tot een betere onderbouwing van bodembeleid op dit terrein.

Gerben Mol
Pauline van Gaans

Job Spijker
Grishja van der Veer

Gerard Klaver
Gerlinde Roskam

Wageningen, december 2009

1 Achtergronden

1.1 Inleiding

De oudste bodemkaart van Nederland dateert uit 1860, toen Staring zijn Schoolkaart publiceerde. De kaart gaf zowel de verschillende grondsoorten als een onderscheid in diverse typen landbouw (Koeman, 1983). In 1945 kreeg de Stichting voor Bodemkartering (Stiboka) formeel de taak om bodemkaarten te vervaardigen, met name voor agrarische doeleinden. Deze waren tot 1965 gebaseerd op de lithologische eenheden van Staring, in combinatie met de omstandigheden voor bodemvorming zoals beïnvloed door geomorfologie, vegetatie en grondgebruik (Heerema en Steur, 1964). Daarna werd, met dank aan de voortschrijding van meettechnieken, overgegaan op een classificatie op basis van kenmerken zoals zuurgraad, textuur, percentage organisch materiaal en de eigenschappen van de horizonten van het bodemprofiel. In 1988 is begonnen met de 'Steekproef voor de bodemeigenschappen en grondwatertrappen van de Bodemkaart van Nederland' (Visschers et al., 2007) vanuit de groeiende wens naar meer kwantitatieve informatie betreffende bodemeigenschappen en de mate van variatie binnen kaarteenheden. Hierbij werd ook een groter scala aan voor de landbouw relevante fysische en chemische kenmerken betrokken, zoals bijvoorbeeld de fosfaattoestand van de bodem.

Het vaststellen van de algemene bodemkwaliteit als referentie voor het bodemsaneringsbeleid startte met het onderzoek van Edelman (1984). Hij bepaalde met de toen nieuwe techniek van neutronen activatie analyse (NAA) het gehalte aan een grote reeks hoofd- en sporenmetalen in een 30-tal bodemmonsters afkomstig van locaties waar geen verontreiniging werd vermoed, als benadering van natuurlijke achtergrondwaarden. Mede op basis van dit onderzoek zijn in die tijd de eerste versies van de Streef- en Interventie- waarden (S&I-waarden) voor de Nederlandse bodem afgeleid, inclusief het systeem van bodemtypecorrectie op basis van klei- en organisch stofgehalte. Aan het eind van de vorige eeuw was behoefte aan een update (AW2000), waarbij vanuit het nieuwe bodembeleid niet gezocht werd naar natuurlijke achtergrondwaarden, maar naar 'gehalten zoals die op dit moment voorkomen in de bodem van natuur- en landbouwgronden waarvoor geldt dat er geen sprake is van belasting door lokale verontreinigingsbronnen' (Lamé et al., 2004). Invloed van diffuse verontreiniging is hier uitdrukkelijk dus wel ingecalculleerd; het AW2000- analysepakket bevatte naast metalen dan ook een grote reeks organische stoffen die niet van nature in de bodem voorkomen. De S&I-waarden waren inmiddels gebaseerd op risicomodellen, de AW2000-achtergrondwaarden moesten dienen voor de opzet van een praktisch haalbaar toetsingssysteem voor grondverzet van niet- of licht verontreinigde bodem, en zo mogelijk ook om realistische functiegerichte terugsaneerwaarden te onderbouwen. Door de invloed van diffuse verontreiniging bleek de standaard bodemtypecorrectie niet goed bruikbaar voor de AW2000-dataset.

Er ligt een duidelijk gat tussen de landbouwkundige benadering, met sterk aan de lithologie gebonden bodemtypen, en de bodemverontreinigingsbenadering met slechts een beperkte, en niet altijd bruikbare bodemtypecorrectie. Geen van beide kijkt echt naar de 'natuurlijke' achtergrondwaarden van anorganische stoffen, en biedt daardoor ook niet de mogelijkheid om de mate van diffuse verontreiniging, en de mogelijk regionale variatie daarin, te meten. Daarom is begin 2001 vanuit de

Universiteit Utrecht de taak opgepakt om de chemische gesteldheid van de bodem integraal te karteren (Van der Veer, 2006). Vanuit de insteek om zowel de van nature aan de verschillende lithologieën verbonden gehalten, als de antropogene invloed te achterhalen, is zowel de diepere bodem (C- of soms B-horizont met een lithologie-gedomineerde chemische samenstelling) als de toplaag (A-horizont, met een traceerbare antropogene beïnvloeding van de chemische samenstelling) bemonsterd. Informatie over lithologie, bodemtype en bodemgebruik zijn zowel gebruikt bij de bemonsteringsstrategie, als bij de interpretatie van de gegevens.

1.2 Geologie en lithologie van Nederland

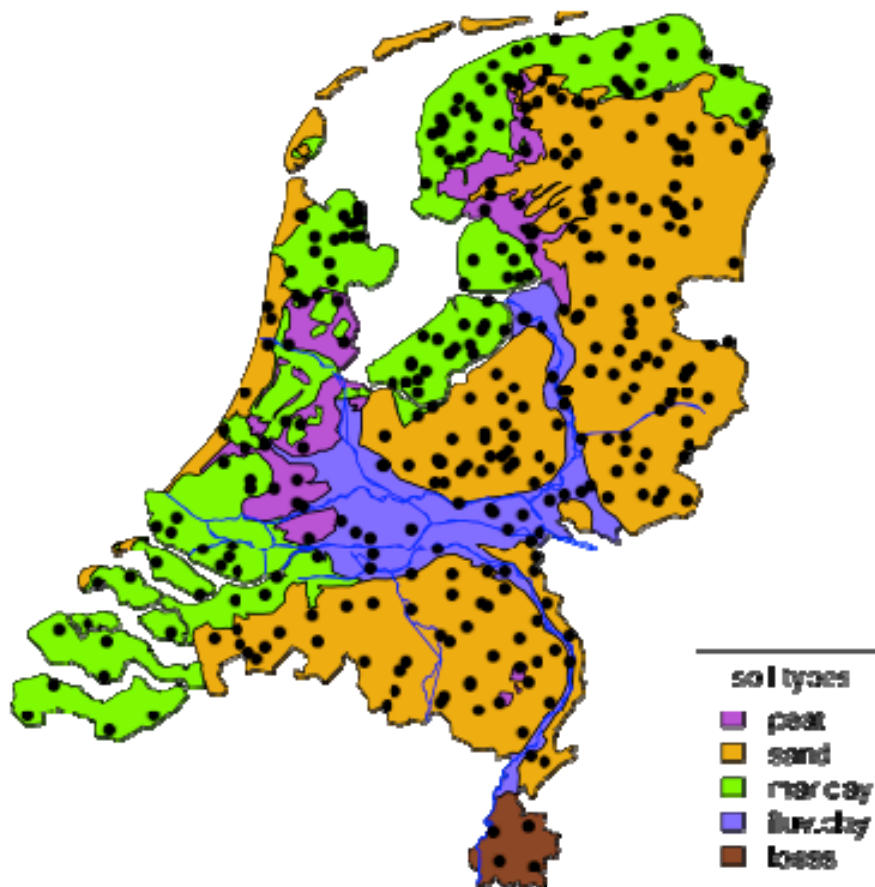
De kaart van Nederland weerspiegelt op vele manieren het onderscheid tussen het hoger gelegen en overwegend zandige Pleistocene gebied in het oosten en zuiden, en het lager gelegen, venig-kleiige Holocene gebied in het westen en noorden. De ondergrond in beide gebieden wordt gevormd door sedimenten die hoofdzakelijk zijn afgezet door de rivieren Rijn en Maas (De Bakker en Locher, 1990; Van der Veer, 2006).

Aan de basis van het Pleistocene sedimentpakket ligt de Formatie van Maassluis, mariene schelphoudende zanden en lokale kleilagen, die zijn afgezet toen het grootste deel van Nederland nog door een ondiepe zee werd bedekt. Met het terugtrekken van de zee kregen Rijn (Formaties van Waalre, Sterksel en Urk) en Maas (Formatie van Beegden), samen met het Noordduitse rivierensysteem (Formaties van Peize en Appelscha), de gelegenheid een grote delta uit te bouwen, hoofdzakelijk bestaand uit fijn en grof zand, en later ook grind. De overwegend kalkloze aanvoer vanuit het Noordduitse systeem stagneert als in het Elsterien wat nu Noord-Nederland is onder het ijs wordt bedekt. In deze periode wordt daar ook de Formatie van Peelo afgezet, een smeltwatermeerafzetting bestaand uit zware klei. De fluviatiele sedimenten in het zuiden zijn later vaak lokaal verplaatst door water en wind en gesorteerd (Formaties van Stramproy en Boxtel). Tijdens het Saalien komt het ijs tot in centraal Nederland en worden de meeste stuwwallen gevormd. Rijn en Maas buigen naar het westen, maar zetten nog steeds grofzandig sediment af (Formatie van Kreftenheye).

In de warme periode die volgt op het Saalien worden in het centrale deel van Nederland weer mariene sedimenten afgezet (Eem Formatie). Aan de randen ervan ontwikkelen zich dikke veenlagen (Formatie van Woudenberg). Tijdens de laatste ijstijd (Weichselien) bereikt het ijs Nederland niet. Dekzanden en löss worden ten zuiden van het ijs afgezet, evenals fluvio-periglaciaal afzettingen (Formatie van Boxtel).

De terugtrekking van het ijs en de zeespiegelstijging tengevolge daarvan markeren het begin van het Holoceen. Het Rijn-Maassysteem wordt meer meanderend/anastomoserend en de afzetting zijn gemiddeld fijnkorreliger (overwegend klei en fijn zand; Formatie van Echteld). Met het verder stijgen van de zee ontstaan grote getijdebekken en lagunes, min of meer ter plaatse van de huidige kustlijn, waarin meest kalkhoudende zanden en siltige kleien werden afgezet (Formatie van Naaldwijk). De sedimentatie van Rijn en Maas trekt zich terug naar het midden en zuidoosten. Aan de randen van het intergetijdegebied vormen zich veengebieden, die naar het centrale en noordelijke gebied uitbreiden (Formatie van Nieuwkoop). Door een nieuwe transgressie van de zee wordt dit veen geërodeerd en bedekt met mariene kleien en fijnkorrelig Rijn-Maas sediment. Vanaf deze periode wordt ook de invloed van de mens op de sedimentatiepatronen, via bedijking, drainage, ontvening enz., steeds groter.

De hierboven beschreven afzettingen vormen, wanneer ze aan het landoppervlak voorkomen, het moedermateriaal waarin bodemvorming is opgetreden. Gunstige condities voor bodemvorming zijn er pas sinds de laatste ijstijd; ten opzichte van andere regio's heeft bodemvorming in Nederland vaak maar in beperkte mate plaatsgevonden. Vandaar dat de lithologie van het moedermateriaal sterk bepalend is voor de eigenschappen van de meeste Nederlandse bodems. Er kunnen vijf hoofdtypen onderscheiden worden: (eolisch) zand, löss, fluviaie klei, mariene klei en veen (figuur 1). Zand en klei verschillen niet alleen in termen van korrelgrootte, maar ook in mineralogische samenstelling. Zanden bestaan overwegend uit kwarts en veldspaten, kleien uit kleimineralen zoals smectiet en illiet. Die laatste bevatten relatief hogere concentraties van de meeste metalen, zodat dit onderscheid van belang is bij het bepalen van natuurlijke achtergrondwaarden.



Figuur 1.1

De hoofdindeling van de Nederlandse bodem in de lithologieklassen Veen, Zand, Mariene klei, Fluviaie klei en Löss. Tevens zijn de 358 bemonsteringslocaties aangegeven.

1.3 Landgebruik en bronnen van diffuse verontreiniging

Bodemvorming vindt plaats onder invloed van klimaat, reliëf en de flora en fauna die zich in en op de bodem ontwikkelt. Dit leidt vooral tot veranderingen in de structuur van de bodem, en slechts in mindere mate tot bulk-chemische veranderingen. In een volledig natuurlijk systeem onttrekt de vegetatie weliswaar voedingsstoffen aan de bodem, maar brengt deze er ook weer in terug als de plantenresten vergaan en in bodem-organische stof worden omgezet. Ook als het plantaardige materiaal eerst door dier of mens wordt geconsumeerd is een dergelijke gesloten kringloop mogelijk. De samenstelling van de minerale bodem hoeft dus niet te veranderen, er is slechts sprake van een tijdelijk gebruik van de bodemstoffen. Doordat de vegetatie ook CO₂ (in geval van vlinderbloemigen ook stikstof) uit de atmosfeer opneemt, is er bij bodemvorming wel sprake van een toename van organische stof in de bodem. Langzame uitloging van vooral kalk en basische kationen, door de percolatie van relatief zuur neerslagwater, is een andere bulk-chemische verandering die met natuurlijke bodemvorming gepaard gaat.

De schaal waarop deze kringlopen plaatsvinden is door menselijk ingrijpen in veel gevallen sterk vergroot, zowel wat betreft ruimte en tijd als wat betreft de omvang van de stofstroom. Bij intensieve landbouw worden veel voedingsstoffen uit de bodem met de oogst afgevoerd naar elders. Deze moeten dan worden aangevuld via kunstmest of via de mest van vee dat wordt gevoed met van buiten het bedrijf (en vaak van buiten Nederland) geïmporteerd veevoer. Ook bij industriële processen (inclusief transport) worden grondstoffen vanuit de hele wereld aangevoerd, en komen de stoffen uit de afvalstromen (via water en lucht) vervolgens lokaal of regionaal in de bodem terecht. Voor zeer veel elementen is de antropogene bijdrage aan de concentratie in en circulatie met atmosferisch stof vele malen groter dan wat van nature door vulkanisme en stofstormen optreedt (Nriagu, 1989).

Ten opzichte van de compartimenten lucht en water is de bodem 'geconcentreerd'. Lucht bevat vooral stikstof (80%) en zuurstof (20%), alle overige bestanddelen hebben samen een concentratie van minder dan 2%. Zeewater bevat gemiddeld in totaal slechts 3.5% zouten en zoet water maar een fractie daarvan. Maar in de bodem zijn een groot aantal stoffen aanwezig in een breed scala aan concentratieranges. In tegenstelling tot lucht en water is bodem ook niet mobiel, er treedt geen verversing op. Enerzijds betekent dit dat veranderingen in de chemische samenstelling van de bodem door uitputting, of door verontreiniging door overmatige bemesting en industriële input, ten opzichte van de aanwezige voorraad relatief klein zijn. Anderzijds betekent het dat een eenmaal opgetreden verandering meestal beklijft. In combinatie betekent dit, dat we voor wat betreft veranderingen in bodemsamenstelling door diffuse verontreiniging vooral kijken naar netto cumulatieve effecten op de langere termijn. Afbreekbare stoffen zijn in dat kader minder interessant, maar ook de meer persistente organische contaminanten worden hier niet belicht. De geochemische atlas beperkt zich, met uitzondering van het totaal gehalte aan organische stof, tot anorganische (minerale) stoffen. Op de ruimtelijke schaal en resolutie van deze atlas zijn belasting van de bodem via atmosferische depositie, en via breed toegepaste landbouwpraktijken daarbij het meest relevant.

In de voorbije eeuwen heeft energieopwekking uit steenkool een duidelijk zichtbare bijdrage geleverd aan atmosferische emissies. De rookgassen bevatten niet alleen het verzurende sulfaat, maar ook vluchtige verbrandingsresten van met de steenkool geassocieerde minerale deeltjes en geadsorbeerde metalen. Met name emissies van Hg, Se, As en Sb worden aan kolenverbranding toegeschreven, maar ook metalen zoals Cd, Sn, Pb en Zn kunnen hierbij vrijkomen. Tegenwoordig worden de rookgassen gefilterd en zijn de diffuse emissies beperkt. Metaalproducerende

industriële vormen een tweede belangrijke bron van atmosferische emissies. Voor wat betreft de ijzerindustrie gaat het grotendeels om dezelfde stoffen als bij kolenverbranding voor energieopwekking, omdat met steenkool ook het in het ijzererts aanwezige geoxideerde ijzer tot metallisch ijzer kan worden gereduceerd. Daarnaast draagt de ijzerindustrie bij aan atmosferische emissies van specifiek met Fe geassocieerde metalen zoals V, Cr, Ni en Mo. De productie van koper en zink is specifiek verantwoordelijk voor atmosferische emissies van Cu, Pb, Zn en Cd. Het verkeer is de derde belangrijke atmosferische bron voor het metaal Pb, dat vroeger aan benzine werd toegevoegd voor een betere verbranding.

Emissies vanuit de landbouw hebben vooral betrekking op stoffen die als bijmenging in mest, kunstmest of bodemverbeteraar aanwezig zijn. Daarnaast zijn ook metaal-organische verbindingen in bestrijdingsmiddelen een bron van metalen (o.a. As, Pb, Cu, Zn, Mn, Hg en Sn; Senesi et al., 1999). Het gebruik in de fruitweek is berucht, een sterk verhoogd Cu-gehalte in de bodem is niet zelden te herleiden tot een voormalige boomgaard. Om gebreksziekten te voorkomen krijgt vee voeding die verrijkt is met Cu en Zn. Deze metalen komen vervolgens ook in verhoogde concentraties in de mest terecht. Vooral varkensmest staat bekend om het hoge Cu-gehalte. Koper in mest kan ook afkomstig zijn van kopersulfaat, dat wordt gebruikt in voetbaden voor hoefontsmeting die vervolgens in de mestput worden geloosd. De bronnen voor fosfaatkunstmest zijn sedimenten die bestaan uit geaccumuleerde uitwerpselen van zeevogels. Ze bevatten vaak relatief hoge concentraties van het spore-metaal Cd, afkomstig van de zeedieren op het vogelmenu. Het met de intensivering van de landbouw gepaard gegaane toegenomen gebruik van kunstmest heeft daarom bijgedragen aan aanrijking van de bodem met Cd. Zowel organische bodemverbeteraars zoals compost en minerale toevoegingen zoals bagger of slib afkomstig van rioolwaterzuiveringen bevatten hogere (spore)metaalgehalten dan de bodem zelf. Dit komt doordat metalen goed adsorberen aan zowel organische stof als aan slibdeeltjes. De historische toemaakdekken in het veenweidegebied zijn een andere vorm van bodemverbetering, waarbij met het nuttige materiaal (organisch stadsafval en kalium uit potas) ook ongewenste afvalstoffen in de bodem terecht zijn gekomen.

Duidelijk is dat de meeste diffuse bronnen een combinatie van stoffen in de bodem kunnen brengen, en dat voor vrijwel elk sporemetaal meerdere bronnen te vinden zijn. Uit massabalans studies (Fraters, 1991; Coppoolse et al., 1993) komt naar voren dat voor Nederland de historische atmosferische input vooral van belang is geweest voor Pb, Hg en As, terwijl Cd, Cu en Zn meer gerelateerd zijn aan de landbouwkundige praktijk.

1.4 Bemonstering en analyse

De bemonstering en analyses van de totaalgehalten zijn uitgevoerd door Grishja van der Veer in het kader van zijn promotie-onderzoek (Van der Veer, 2006). Voor de bemonsteringsopzet is gebruik gemaakt van beschikbare digitale kaarten van de bodem, geologie en het landgebruik in Nederland. Hieruit is een selectie gemaakt (doelgebied) van de bodems in het landelijk gebied, waarbij zeer ongewone types moedermateriaal (bijv. pre-Kwartaire afzettingen) en sterk gelaagde profielen (bijv. dunne kustafzettingen op fluviale klei) zijn weggelaten. Het overgebleven doelgebied (ca. 26.000 km²) beslaat 76% van het totale Nederlandse landoppervlak en bestaat uit landbouwgebieden en bossen/natuurgebieden. Dit doelgebied is op basis van lithologie, landgebruik en soms ook regio, onderverdeeld in een aantal subgebieden (strata). Naar rato van het oppervlak zijn 400 monsterlocaties over deze strata verdeeld en binnen de strata willekeurig gekozen (gestratifi-

ceerde random bemonstering). Uiteindelijk zijn 358 van de geplande locaties bemonsterd (90% realisatie). Hierbij zijn vooral de zuidelijke zandgronden (Noord-Brabant) en de zuidelijke zeeklei-gronden (Zeeland) enigszins ondervertegenwoordigd ten opzichte van de overige strata. Op iedere locatie zijn telkens twee bodemonsters genomen met een vast volume (ca. 0.22 dm³), één van de bovenste bodemlaag (0-20 cm) en één van een diepere bodemlaag (100-120 cm).¹ De diepere monsters vertegenwoordigen de natuurlijke samenstelling van het moedermateriaal, waartegen de samenstelling van de toplaag, beïnvloed door bodemvorming en diffuse verontreiniging, kan worden geëvalueerd.

Alle analyses zijn uitgevoerd op de fractie <2 mm van bij 40 °C gedroogd bodemmateriaal.

Voor het bepalen van de totale gehalten² zijn diverse analytische methoden gebruikt om een zo breed mogelijk scala aan elementen te bestrijken. De belangrijkste zijn: 1) Röntgen-fluorescentie (XRF-analyse) van geperste tabletten van het fijngemalen monster voor hoofd- en sporenelementen, en 2) inductief gekoppeld plasma massa spectrometrie (ICP-MS analyse), na destructie van fijn-gemalen monster met behulp van een zuurmengsel gebaseerd op waterstoffluoride (HF). Kwik (Hg) is apart bepaald met behulp van een combinatie van pyrolyse en atomaire absorptie-spectrometrie (py-AAS). Organisch stof en carbonaat zijn bepaald via thermo-gravimetrische analyse (TGA).

Naast totaal-gehalten zijn (of worden) ook bepalingen gedaan aan twee extracties, die verschillende gradaties van 'beschikbare' gehalten vertegenwoordigen. Het betreft extracties met 0.43M HNO₃ en met 0.01M CaCl₂. De eerste is een matig zure extractie waarmee beoogd wordt het potentieel 'reactieve' deel van het totaal aanwezige gehalte te bepalen; de tweede is een zeer zwakke extractie die beoogt het 'direct beschikbare' deel te meten. In beide extracties worden de opgeloste elementen gemeten via ICP-Atomaire Emissie Spectrometrie (ICP-AES; voor hoofdelementen) of ICP-MS (voor sporenelementen). In het CaCl₂-extract wordt daarnaast ook een pH-bepaling gedaan en wordt het gehalte opgelost organisch koolstof (DOC; Dissolved Organic Carbon) gemeten.

Alle gegevens worden uitgedrukt op basis van het 105 °C-drooggewicht, zoals bepaald via TGA. De kwaliteit van de analyses is vastgelegd door het gebruik van standaardmonsters (voor het kwantificeren van de juistheid) en duplo-monsters (voor de precisie).

1.5 Database en kaarten

1.5.1 Inhoud en format van de database

De dataset waarop deze atlas is gebaseerd is onderdeel van de (relationele) database met gegevens over chemische bodemkwaliteit die het RIVM heeft samengesteld voor het onderzoek naar achtergrondwaarden in de bodem (zie ook Mol en Spijker, 2007). Voor de Geochemische Atlas-dataset zijn de volgende onderdelen beschikbaar:

¹ Tenzij er tussen 80-130 cm een lithologie-overgang is aangetroffen, dan is het monster 10 cm boven die overgang genomen (minimum diepte dus 50-70 cm); bij nog ondiepere lithologie-veranderingen is de locatie niet bemonsterd.

² Zie Mol en Spijker (2007) voor een discussie van bruikbare analyse-methoden voor totaalgehalten.

- Een monsterarchief dat in beheer is bij Deltares.
- Digitale versie van alle geanalyseerde data met hun metadata opgeslagen in de RIVM-database (NB.: profielen zijn niet bodemkundig beschreven maar lithologisch).
- Van ruim 200 locaties zijn foto's aanwezig van het profiel en het landschap.

De Geochemische Atlas-dataset zal in 2010 worden uitgebreid met metingen van pH, opgeloste organische stof (DOC) en een breed scala aan hoofd- en sporenelementen aan CaCl_2 -extracten van de monsters. De resultaten daarvan zullen worden gerapporteerd in een volgende editie van deze atlas. Deze tweede, herziene druk bevat, naast het carbonaat- en organische stofgehalte, de resultaten van de totaalbepalingen en de HNO_3 -bepalingen.

1.5.2 Kaarten per gemeten variabele

De gegevens worden gepresenteerd per gemeten variabele. In aanvulling op de kaartbeelden van totaalgehalten en potentieel reactieve gehalten (HNO_3 -extractie) in onder- en bovengrond, zijn enkele tabellen en grafieken opgenomen. Deze geven de statistische verdeling en de statistische kengetallen weer per lithologie, de relatie tussen totaalgehalte en het totaal Al-gehalte (als proxy voor het gehalte kleimineralen) en de relatie tussen het potentieel reactieve gehalte en het totaalgehalte.

2 Voorbeeld van een interpretatie: Natuurlijke achtergrond- concentraties van metalen in de Nederlandse bodem

In het voorwoord zijn enkele voorbeelden genoemd van vraagstukken waarbij interpretaties van landsdekkende geochemische data een rol kunnen spelen: uitspoeling van contaminanten, voedselveiligheid, normstelling en monitoring van de koolstofvoorraad. In dit hoofdstuk gaan we in op een aspect van normstelling: het schatten van natuurlijke achtergrondwaarden en antropogene aanrijking. Hiervoor is in 2007 een methode uitgewerkt voor het ministerie van VROM die uitgebreid beschreven is in Mol en Spijker (2007).³

2.1 Natuurlijke achtergrondconcentraties van metalen in de Nederlandse bodem

De beknopte weergave van deze methode in deze atlas heeft de volgende opbouw: wat verstaan we onder achtergrondwaarde, op welke manier kunnen we schatten wat natuurlijke gehalten in de bodem zijn, en verschillen bodems met veel organische stof van minerale bodems.

Het begrip *achtergrondwaarde* leidt vaak tot spraakverwarring doordat mensen er verschillende betekenissen aan geven. Mol en Spijker (2007) geven een uitgebreide bespreking hiervan, en ook in de publicaties van Reimann et al. (2005) en Salminen en Tarvainen (1997) wordt hier uitgebreid op ingegaan. We volgen in deze atlas de definities die door Spijker en Vlaardingen (2006) zijn opgesteld. Die luiden als volgt:

- **Natuurlijke achtergrondwaarden:** concentraties van stoffen in de bodem van een bepaald gebied die een geogene of biogene oorsprong hebben en niet anders zijn beïnvloed dan door natuurlijke processen.
- **Antropogene achtergrondwaarden:** concentraties van stoffen in de bodem van een bepaald gebied die veroorzaakt zijn door niet-natuurlijke (antropogene) processen.
- **Achtergrondwaarden:** som van de concentraties van natuurlijke achtergrondwaarden en antropogene achtergrondwaarden.

Voor het schatten van *natuurlijke achtergrondwaarden* in de bodem zijn twee concepten van belang. Het eerste concept is dat de ondergrond (C-horizont) wordt gebruikt als model voor de

³ www2.alterra.wur.nl/Webdocs/PDFFiles/Alterrapporten/AlterraRapport1460.pdf

natuurlijke samenstelling van de bodem. Het is uit diverse onderzoeken gebleken dat op het niveau van de bulkchemie de mens nog weinig invloed heeft gehad op de ondergrond (Blaser et al., 2000; Facchinelli et al., 2001; Shotyk et al., 2001; Spijker, 2005; Van der Veer, 2006). Dit betekent dat de bulkchemische samenstelling van de ondergrond overeenkomt met de natuurlijke samenstelling. De ondergrond kan dus gebruikt worden als model voor een onverstoord bodem. Wanneer toch sprake is van invloed van de mens op de bulkchemie van de ondergrond, dan is dat vrij eenvoudig te onderkennen. We zullen dit laten zien na de bespreking van het tweede concept.

Het tweede concept is dat het hoofdelement aluminium (Al) gebruikt wordt als schatter (of voorspeller) voor de natuurlijke gehalten van de sporenelementen. In de onverstoord C-horizont wordt het verband bepaald tussen Al en de verschillende sporenelementen. Dit verband is vervolgens in de bovengrond te gebruiken om de natuurlijke achtergrondwaarden voor de sporenelementen te schatten. Door dit te vergelijken met de daadwerkelijk gemeten gehalten aan sporenelementen is de antropogene aanrijking te schatten.

De basis van deze relatie tussen het hoofdelement Al en de sporenelementen ligt in de mineraal-samenstelling van de bodem. Zoals reeds opgemerkt kan Nederland, afgezien van een deel van Limburg, beschouwd worden als een sedimentair bekken dat voornamelijk bestaat uit Pleistocene zanden en Holocene mariene en fluviatiele afzettingen die over het algemeen veel kleiiger zijn. Beide komen voor in combinatie met veenvorming. De mineralen in de Nederlandse sedimenten zijn verweringsproducten van primaire silicaten uit de gesteenten van het achterland (o.a. olivijnen, pyroxenen, amphibolen, veldspaten). Tijdens de vorming van het kristalrooster van deze primaire silicaten worden de geëigende bouwstenen zoals Si, O, Al, Fe, en Mg in het rooster ingebouwd. Dit zijn de zogenaamde bulk- of hoofdelementen omdat zij het hoofdbestanddeel uitmaken van het totale kristalrooster. Op basis van deze hoofdsamenstelling krijgen de verschillende mineralen ook hun naam. Daarnaast wordt een hele reeks aan elementen in kleine tot zeer kleine hoeveelheden in het rooster ingebouwd. Dit zijn de zogenaamde sporenelementen (o.a. La, Dy, Pb, Ni, Hf). Dit inbouwen van sporenelementen heeft te maken met de beschikbaarheid en met de chemische verwantschap tussen de verschillende elementen in het periodiek systeem. Tijdens verwerking van de primaire mineralen naar secundaire mineralen (een essentieel onderdeel van de bodemvorming) blijft de associatie tussen de hoofdbestanddelen en de sporenelementen grotendeels bestaan. Er bestaan dus in de natuurlijke chemische samenstelling van de bodem vele relaties tussen elementen. Door het bestaan van dergelijke correlaties is in het algemeen de variatie in sporenelementen te verklaren uit de variatie in bulkelementen. Daarbij moet wel terdege in het oog worden gehouden dat deze relaties kunnen variëren afhankelijk van vele factoren zoals de mate van verwerking, het uitgangsmateriaal, transport en sortering van het verweerde materiaal, en chemische reacties tijdens transport en sedimentatie (Tebbens, 1999). Daarnaast spelen de tijdschaal waarop deze factoren een rol spelen, variërend van minuten tot miljoenen jaren, en het klimaat ook een rol. Dat betekent dat voor de verschillende bodemtypen (ontstaan onder verschillende omstandigheden) ook verschillen kunnen bestaan in de verhoudingen tussen bulk- en sporenelementchemie. Daar staat tegenover dat een aantal relaties vrijwel altijd terugkeert. Een voorbeeld hiervan is de sterke correlatie van de Ni-concentratie (sporenelement) met de Al-concentratie (bulkelement) (fig. 2.1). Uit diverse studies blijkt dat er voor vele sporenelementen een goede relatie bestaat met Al (Bianchini et al., 2002; Huisman et al., 1997; Mol, 2002; Sharma et al., 2000; Spijker, 2005; Sterckeman et al., 2004; Tack et al., 1997; Tebbens et al., 2000; Van der Veer, 2006; Wilcke et al., 1998). Aluminium is een belangrijke bouwsteen van de aluminium-silicaten waartoe ook klei behoort. Aluminium kan daardoor als proxy (schatter of

voorspeller) gebruikt worden om de natuurlijke chemische samenstelling van vele sporenelementen te voorspellen.

Er zijn vier verbanden tussen een natuurlijke proxy en een potentiële antropogeen beïnvloed element te onderscheiden. Bij het eerste verband is geen sprake van antropogene invloed. Er is dan geen verschil tussen de onder- en bovengrond, de puntenwolken liggen over elkaar heen. Een element dat dit patroon in grote lijnen volgt is nikkel (fig. 2.1). Als er wel antropogene invloed heeft plaatsgevonden, het tweede type verband, dan is dit zichtbaar door verhoogde concentraties in de bovengrond ten opzichte van de natuurlijke achtergrondconcentraties in de ondergrond. Een duidelijk voorbeeld hiervan is het element lood (fig. 2.2). In dit geval ligt de puntenwolk van de bovengrond boven die van de ondergrond. In het derde geval is er tevens antropogene invloed geweest in de ondergrond. Dit is te zien aan de relatief hogere waarden van sommige monsters in de ondergrond ten opzichte van de overige waarden in de ondergrond. Dit patroon zal in de praktijk herkenbaar zijn omdat het niet waarschijnlijk is dat binnen een groot en divers gebied de gehele ondergrond in gelijke mate is aangerijkt. Een praktijkvoorbeeld hiervan is het element Mo (figuur 2.3). Dat een element als Mo ook is aangerijkt in de ondergrond heeft vermoedelijk te maken met de grote mobiliteit onder uiteenlopende chemische omstandigheden. Mo is mobiel tot zeer mobiel in geoxideerde milieus onder alle pH-omstandigheden, de enige belemmeringen zijn gereduceerde omstandigheden en de aanwezigheid van carbonaat (Reimann et al., 1998; De Vos, et al., 2006). In Nederlandse bodems spoelt het dus makkelijk naar beneden in het profiel. In het vierde voorbeeld is er geen relatie tussen de natuurlijke proxy en het antropogeen beïnvloede element. Een element dat in de praktijk grotendeels dit gedrag vertoont is calcium (fig. 2.4). Hierbij valt echter wel op dat sprake lijkt van een ondergrens aan het Ca-gehalte die verband houdt met het Al-gehalte. Dit heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat de Al-mineralen altijd voor een deel bestaan uit mineralen als Ca-veldspaat (anorthiet) en smectiet.

Met deze twee concepten kunnen op basis van de samenstelling van de ondergrond relaties worden afgeleid tussen Al en de sporenelementen. Met deze relatie kan vervolgens op basis van het Al-gehalte in de bovengrond worden geschat wat het te verwachten gehalte aan sporenelementen is in de ondergrond. Wanneer van sommige sporenelementen de gehalten hoger zijn dan verwacht is sprake van (antropogene) aanrijking.

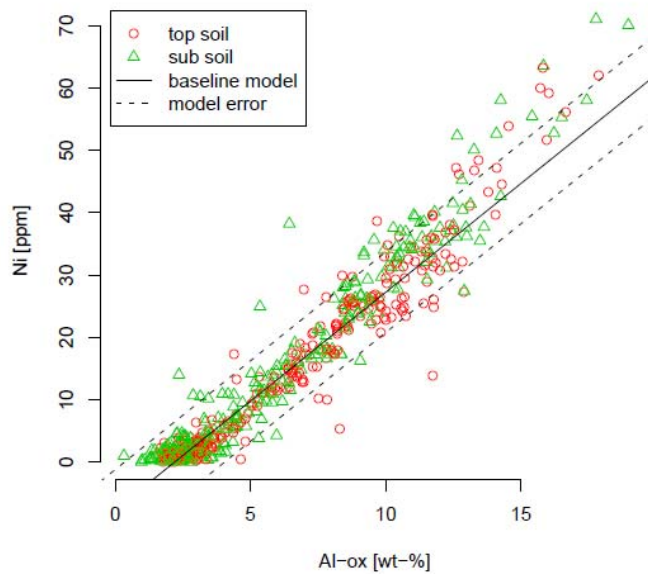
Om dit voor Pb op één locatie concreet te maken staat in figuur 2.2 een pijltje dat de aanrijking ten opzichte van de regressielijn aangeeft. De Al-concentratie van dit monster is ongeveer 10% op gewichtsbasis en de Pb-concentratie is ongeveer 60 ppm. De regressielijn, gebaseerd op de onverstoorde ondergrondmonsters, geeft het natuurlijke verband aan tussen Al en Pb in de Nederlandse bodems en heeft als formule:

$$\text{Geschatte natuurlijke Pb-conc.} = 1.72 * \text{gemeten Al-conc.} + 2.38$$

Ingevuld voor deze locatie levert dat de volgende schatting op van het natuurlijke achtergrondgehalte:

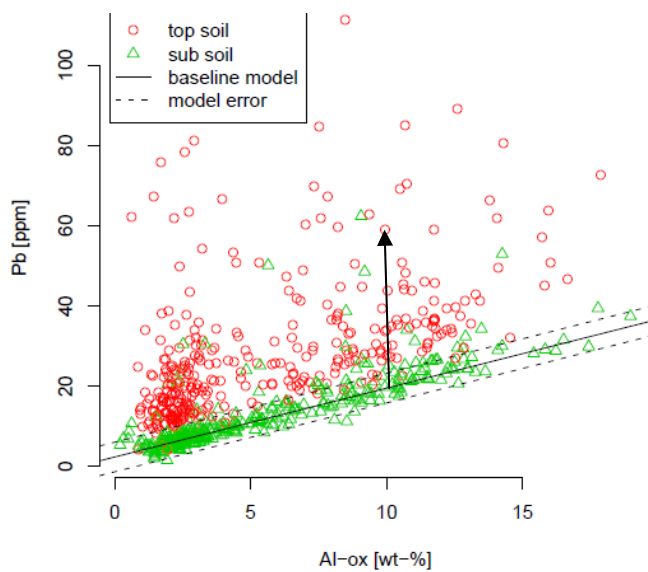
$$\text{Geschatte natuurlijke Pb-conc.} = 1.72 * 10 + 2.38 = 19.58$$

Het gemeten Pb-gehalte was 60, dus de aanrijking wordt geschat op ongeveer 40 ppm. Op deze manier kan voor alle locaties de aanrijking worden geschat. Deze informatie kan vervolgens worden gebruikt om gemiddelde aanrijkingpercentages voor elementen in de Nederlandse bodem te schatten, of voor het maken van kaarten waarop ruimtelijke aanrijkingpatronen zichtbaar kunnen worden gemaakt. In de volgende paragraaf geven we een paar voorbeelden van dit soort kaarten.



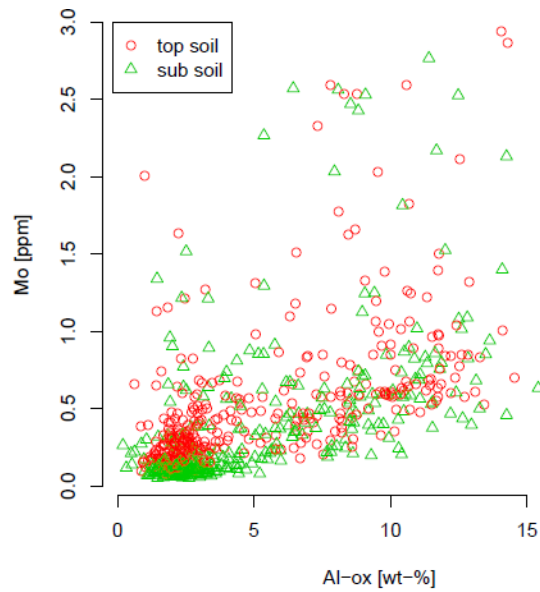
Figuur 2.1

Het verband tussen Ni en Al als voorbeeld van een element dat niet antropogeen is aangerijkt. De regressielijn met 90%-betrouwbaarheidsinterval is gebaseerd op de ondergrondmonsters. Groene driehoekjes ondergrond, rode rondjes bovengrond.



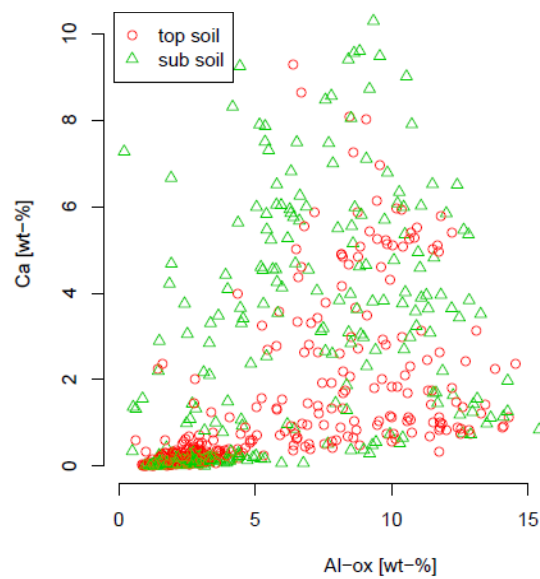
Figuur 2.2

Het verband tussen Pb en Al als voorbeeld van een element dat in de bovengrond antropogeen is aangerijkt. De regressielijn met 90%-betrouwbaarheidsinterval is gebaseerd op de ondergrondmonsters. Groene driehoekjes ondergrond, rode rondjes bovengrond.



Figuur 2.3

Het verband tussen Mo en Al als voorbeeld van een element dat zowel in de bovengrond als in de ondergrond is aangerijkt, al dan niet antropogeen. Groene driehoekjes ondergrond, rode rondjes bovengrond



Figuur 2.4

Het verband tussen Ca en Al als voorbeeld van een element dat geen duidelijk verband vertoont met Al (al lijkt er wel sprake van een ondergrens in het Ca-gehalte die toeneemt met het Al-gehalte). Groene driehoekjes ondergrond, rode rondjes bovengrond.

Omdat de mineraalsamenstelling uitgangspunt is, werkt bovenbeschreven benadering voornamelijk goed in minerale bodems. In bodems met hoge gehalten aan organische stof (OM) zijn de relaties minder duidelijk. Uit het onderzoek van Van der Veer (2006) komen een paar belangrijke fenomenen naar voren over het gedrag van organische stof in bodems:

1. Er blijkt een verband te bestaan tussen het Al-gehalte en het organische stofgehalte van bodems. Dit verband bestaat eruit dat bij een bepaald Al-gehalte een minimumgehalte aan OM in de bodem aanwezig is. Deze ondergrens in het OM-gehalte vertoont een lineair verband met het Al-gehalte. Dit heeft waarschijnlijk te maken met het voorkomen van organo-kleiverbindingen in de bodem. (Het daadwerkelijk OM-gehalte kan overigens ver boven dit minimumgehalte uit stijgen).
2. OM-rijke gronden vertonen, na correctie voor de minerale samenstelling van de bodem, aanrijking van een aantal elementen. Dit zijn vooral S, Mn, Cd, Cu, en Hg, maar ook Fe, As, Se en Mo vertonen aanrijking, zij het wat minder prominent. Wat hierbij opvalt is dat dit voor een belangrijk deel ook de elementen zijn met een niet zo eenduidig chemisch gedrag zoals Hg, As, Se, en Mo.
3. De aanrijkingen in veen en andere OM-rijke gronden lijken vaak erg groot (denk aan de toemaakdekken), maar wanneer gecorrigeerd wordt voor het dichtheidseffect⁴ dan blijkt de aanrijking van dezelfde orde van grootte als die in minerale gronden.

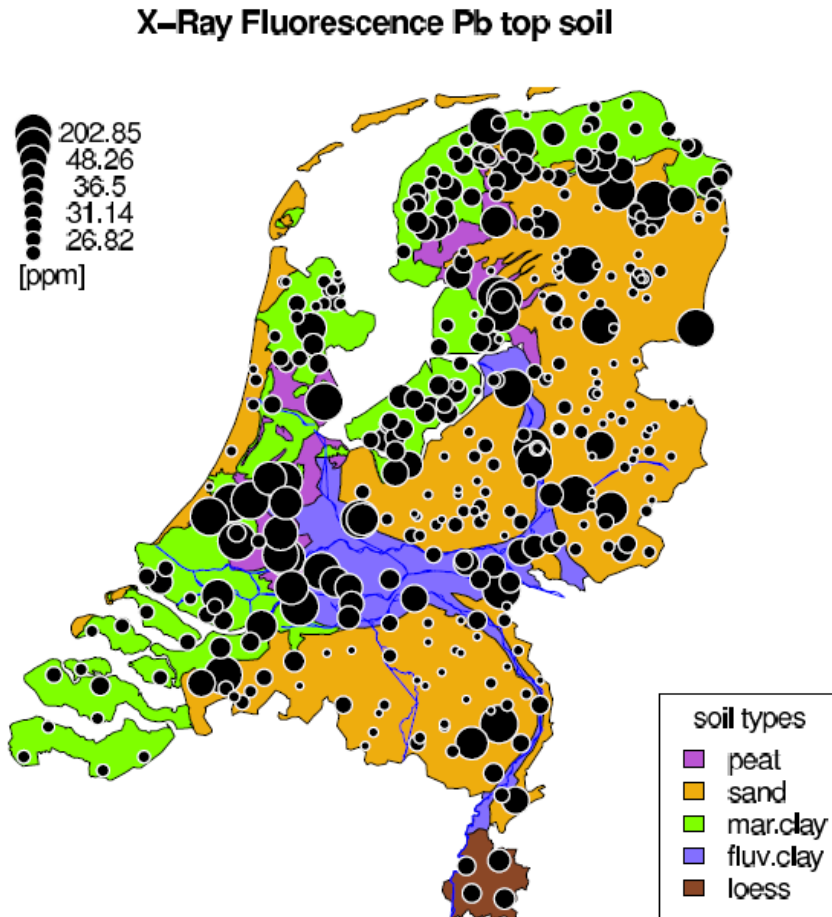
Gezien het bijzondere karakter en chemische gedrag van deze bodems is het duidelijk dat voor deze OM-rijke gronden nader onderzocht moet worden hoe om te gaan met de achtergrondwaarden. Uit een literatuuroverzicht in de studie van Van der Veer (2006) blijkt dat organische stof op diverse manieren een bijdrage zou kunnen leveren aan de accumulatie van metalen in de bodem, en zo dus een bijdrage kan leveren aan het natuurlijke achtergrondgehalte. Algemeen wordt echter aangenomen dat deze bijdrage niet aantoonbaar is ten opzichte van de variatie in de metaalconcentraties in het minerale deel van de bodem. Nader onderzoek zal moeten aantonen of deze aanname juist is. Organisch stof is in ieder geval wel van belang voor bijvoorbeeld de bio-beschikbaarheid, speciatie, aanrijkingprocessen en mobiliteit van de metaalfractie.

2.2 De kartering van achtergrondgehalten

Met behulp van de hiervoor beschreven aanpak, bekend onder de naam geochemisch baseline model, is op iedere locatie een te verwachten natuurlijk gehalte aan metalen te berekenen. Meestal wil men dit echter voor een heel gebied weten, bijv. voor heel Nederland of voor een bepaalde regio. Het is dan mogelijk om bijv. gemiddelden of medianen voor zo'n gebied te berekenen, maar vaak wil men ook de ruimtelijke patronen achterhalen. Het is dan gebruikelijk om met kaarten te werken. In deze atlas geven we als voorbeeld de kaarten van het element lood (Pb) weer. We hebben zowel kaarten gemaakt van het daadwerkelijk gemeten gehalte als kaarten van het natuurlijk achtergrondgehalte en de aanrijking, geschat op basis van het geochemisch baselinemodel. De waarden zijn in de kaart weergegeven als bollen. De grootte van de bol geeft de hoogte van de waarde aan. De grootte-verdeling van de bollen is gebaseerd op de statistische verdeling van de

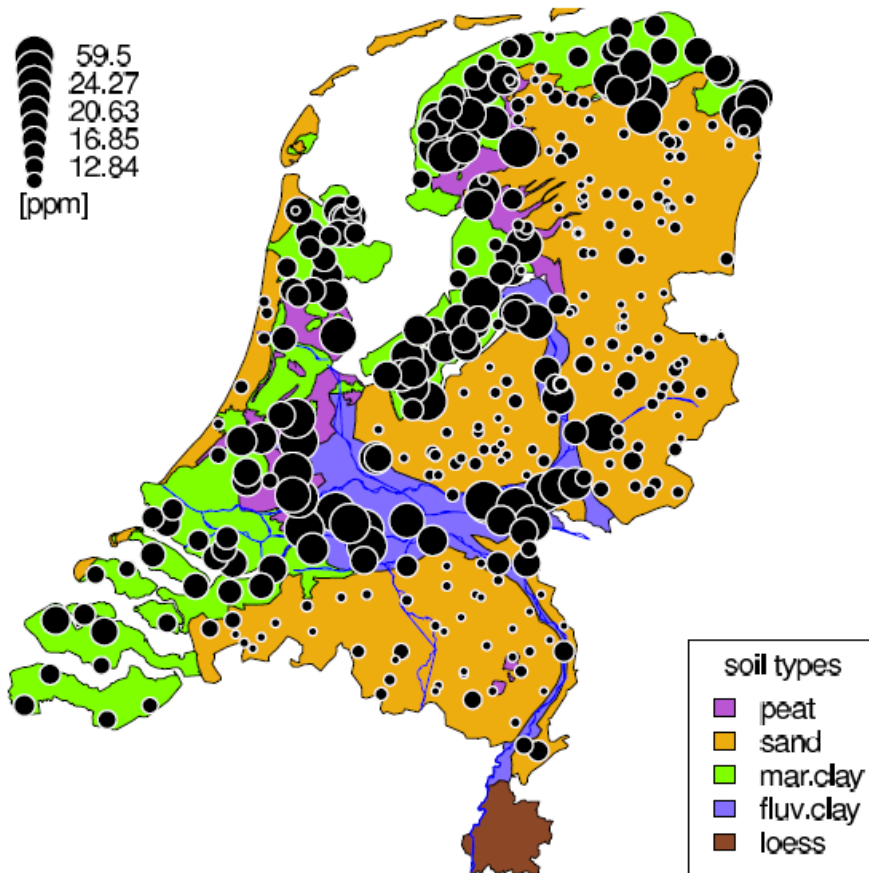
⁴ Veengronden zijn veel lichter dan zanden of kleien. Eenzelfde atmosferische input per oppervlak is op gewichtsbasis voor venen daardoor relatief groter.

waarden. Let erop dat de schaal van de bollen is geoptimaliseerd per kaart; eenzelfde bolgrootte kan dus per kaart een verschillende concentratie weergeven. Als achtergrond voor de kaarten is de lithologische indeling van Nederland gebruikt (zie figuur 1).



Figuur 2.5
Kaart van de totaalgehalten (mg/kg) van Pb in de bovengrond.

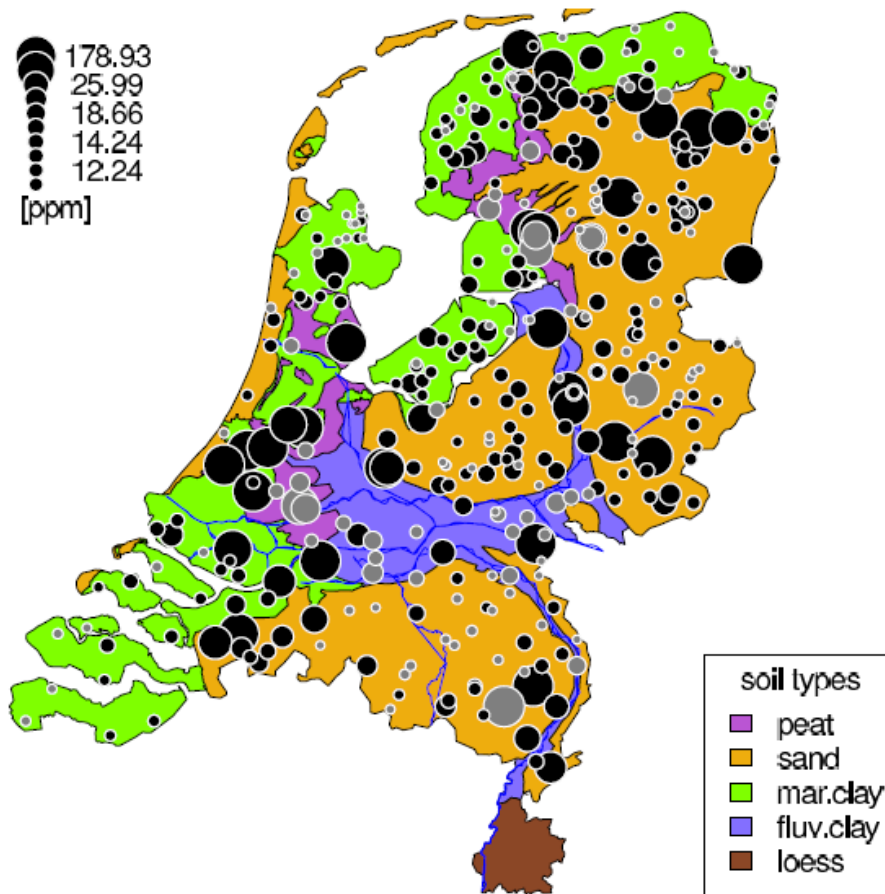
X-Ray Fluorescence Pb estimated background



Figuur 2.6

Kaart van de geschatte achtergrondgehalten (mg/kg) van Pb in de bovengrond. (NB. De bollen zijn weliswaar ongeveer even groot als in figuur 2.5, maar de schaalverdeling is verschillend. Zie de hoofdttekst voor uitleg).

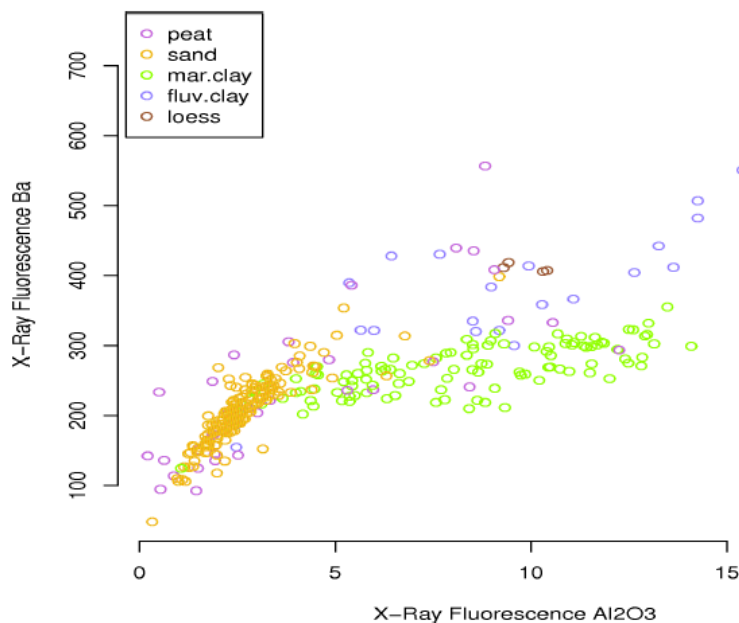
X-Ray Fluorescence Pb enrichment



Figuur 2.7

Kaart van de geschatte aanrijking (mg/kg) van Pb in de bovengrond. De grijze bollen duiden op een aanrijking die niet boven het 90-percentiel van het geochemisch baselinemodel uitkomt, de zwarte bollen komen daar wel boven uit.

Dankzij het gebruik van een robuuste regressietechniek die weinig last heeft van uitschieters en niet-normale verdelingen, kunnen voor veel elementen met een algemeen model voor alle Nederlandse bodems op deze manier schattingen en kaarten worden gemaakt van de achtergrondwaarden en de aanrijking in de bovengrond. Toch levert het in de meeste gevallen winst, in de vorm van nauwkeurigere schattingen, op om per lithologie een apart geochemisch baselinemodel af te leiden. Voor sommige elementen is dit zelfs onontkoombaar. Aan de hand van de grafiek van één van die elementen, namelijk Ba (figuur 2.8), is dit goed te illustreren. In deze grafiek is namelijk zeer duidelijk te zien dat de verschillende grondsoorten een verschillend verband laten zien tussen Ba en Al. Voor Ba is dit zo extreem dat per grondsoort een baselinemodel *moet* worden afgeleid, maar voor de meeste elementen geldt dat de baselinemodellen per lithologie nauwkeuriger zijn dan de generieke baselinemodellen voor alle grondsoorten samen.



Figuur 2.4

Het verband tussen Ba en Al als voorbeeld van een element waarvoor per grondsoort een apart baselinemodel noodzakelijk is.

De kaarten voor lood zijn gebaseerd op baselinemodellen per lithologie. Ruimtelijke patronen die meteen opvallen zijn het effect van de lithologie en de vrijwel universele aanrijking van de Nederlandse bodem met lood. Het effect van de lithologie is duidelijk te zien aan het feit dat de totaalgehalten in de zandgronden over het algemeen laag zijn terwijl die in het kust- en rivierengebied, met zijn klei- en veenbodems, veel hoger zijn. Dat dit effect duidelijker is in het kaartje met de geschatte natuurlijke achtergrondwaarden (fig. 2.6) duidt erop dat er naast de klei-mineralogie ook andere factoren een rol spelen in de ruimtelijke spreiding van Pb in de bodem. In figuur 2.5 zijn daarom grote bollen te zien in de zandgebieden die het gevolg zijn van diffuse verontreiniging. Deze grote bollen verdwijnen wanneer we de natuurlijke achtergrondwaarden voor die gebieden karteren.

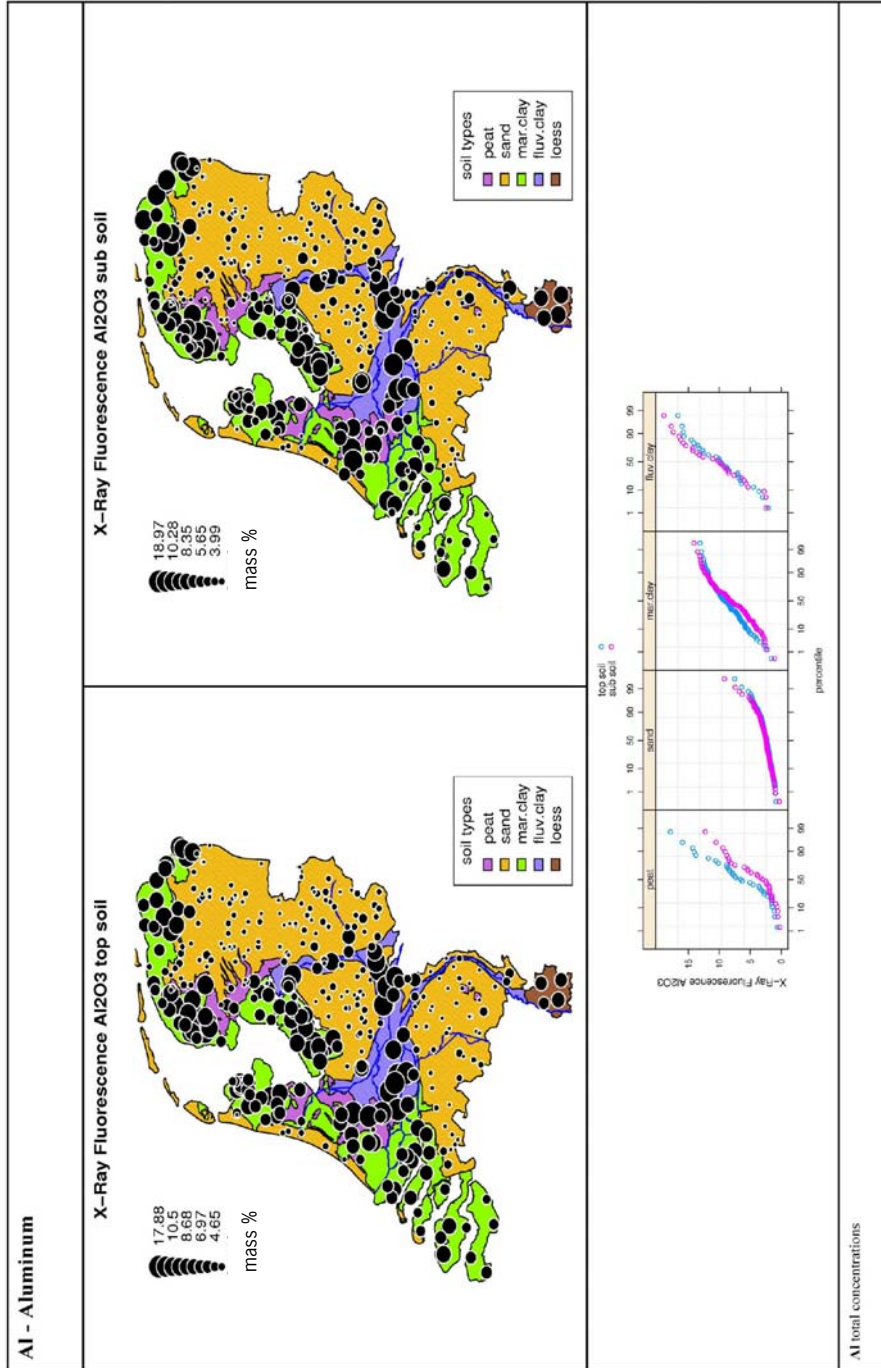
Kaartjes van de werkelijke gehalten in de *ondergrond* vertonen meestal, net als de kaartjes van de geschatte achtergrondwaarden, een veel strakker verband met de lithologie. Dit geldt ook voor kaartjes van de bovengrondgehalten van elementen die niet of nauwelijks antropogeen zijn beïnvloed, zoals Ni.

De vrijwel universele aanrijking van de bovengrond met lood vertoont ook nog wel enige structuur. Voor fluviatiele kleien geldt doorgaans dat de aanrijking binnen de range van de natuurlijke variatie blijft, dat wil zeggen onder het 90%-percentiel van het baseline model. De grootte van de aanrijking voor mariene kleien en zandgronden is vergelijkbaar terwijl de totaalgehalten voor de kleien hoger zijn. Dit duidt erop dat het bodemtype geen doorslaggevende rol speelt bij de aanrijking, maar dat het diffuse verontreiniging betreft op grote ruimtelijke schaal die de klei en zandgronden op vergelijkbare wijze belast (met als bekendste voorbeeld lood in uitlaatgassen).

Met behulp van dit soort goede ruimtelijke datasets met bodeminformatie kunnen bodemvraagstukken op het gebied van de uitspoeling van contaminanten naar grond- en oppervlaktewater, de voedselveiligheid van gewassen, en de nieuwe normstelling die naast generieke normen ook locatiespecifieke achtergrondwaarden en lokale maxima nodig heeft, beter worden beantwoord. Zowel beleidsmakers en politici als wetenschappers hebben baat bij dit soort uitgebreide datasets van goede kwaliteit. Beleidsmakers en politici omdat ze een beter onderbouwd beleid kunnen vormgeven dat zonder (inhoudelijke) problemen te verdedigen valt tegenover burgers en in Europees verband. Wetenschappers omdat ze hun procesmodellen sneller kunnen toepassen en toetsen op grotere ruimtelijke schaalniveaus.

3 Kaarten, tabellen en grafieken per element

Al - Aluminium



Al - Aluminium	
no image found	no image found
no image found	
Al reactive concentrations	

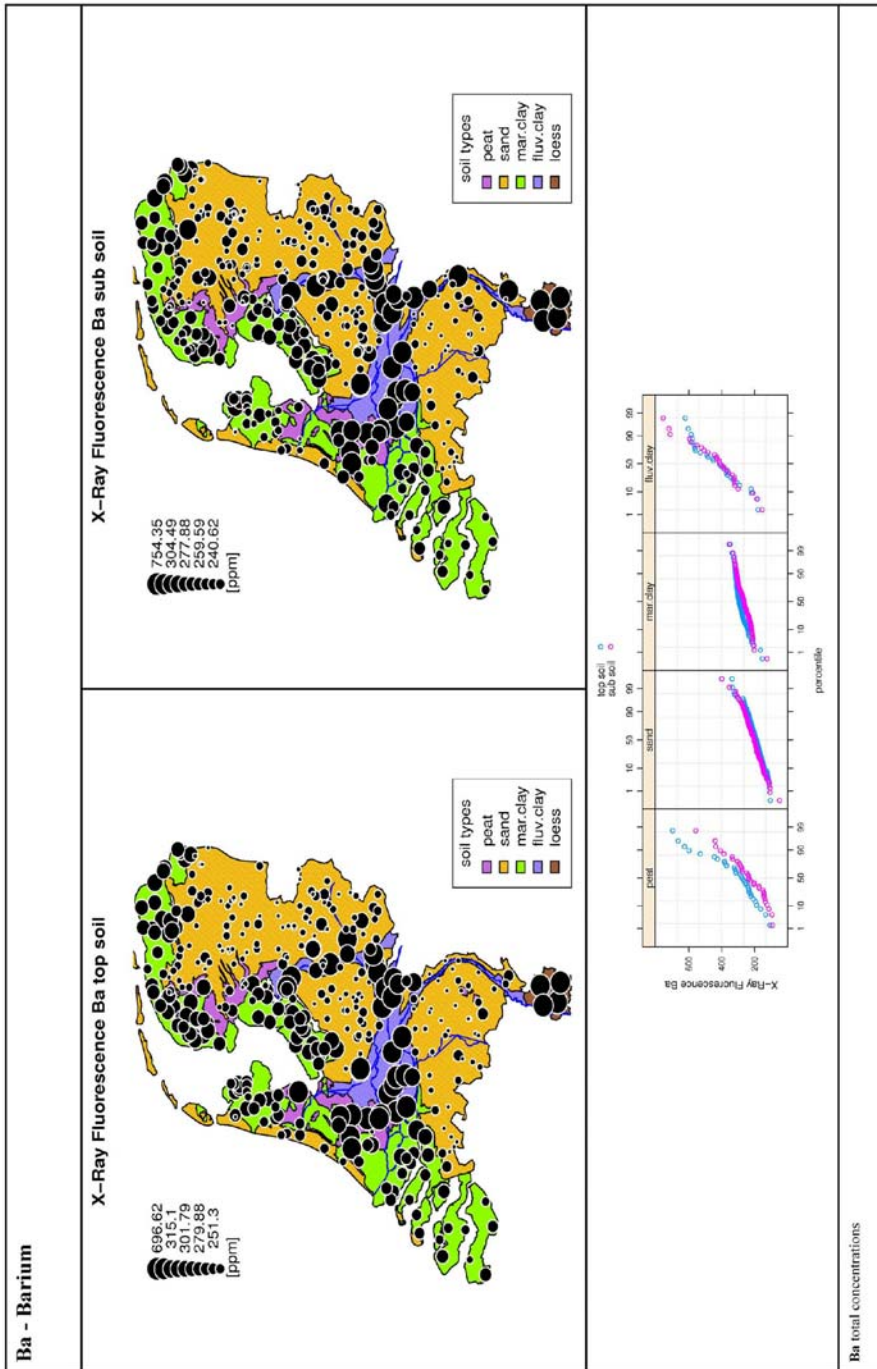
Al - Aluminium										
total concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.62	2.77	6.55	5.54	8.85	17.88			
sand	178	0.86	1.9	2.34	0.71	2.92	7.53			
mar.clay	115	1.61	6.92	9.1	2.96	10.73	13.11			
fluv.clay	28	2.08	6.94	9.84	4.67	13.32	16.65			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.2	1.86	3.01	3.17	7.5	12.25			
sand	178	0.33	2.02	2.42	0.69	3.02	9.19			
mar.clay	115	1.07	5.46	8.35	3.88	10.81	14.09			
fluv.clay	28	2.43	7.36	10.11	6.13	14.54	18.97			

no data found

Al summary statistics

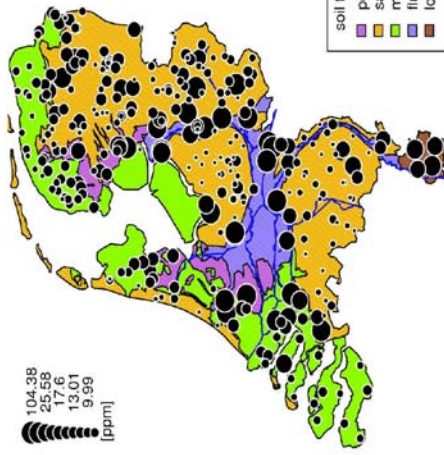
<p>Al - Aluminium</p>	<p>no image found</p>	<p>Legend: top soil (red circle), sub soil (green circle)</p>
	<p>empty</p>	<p>Legend: peat (purple circle), sand (yellow circle), mar. clay (green circle), flu. clay (orange circle), loess (blue circle)</p>
<p>AI Graphs</p>		

Ba - Barium



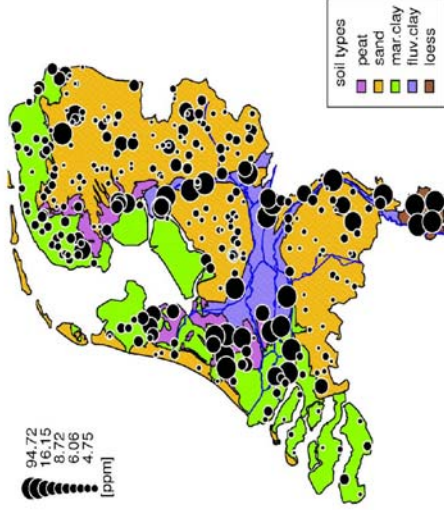
Ba - Barium

0.43 HNO3 extract, ICP-MS Ba top soil

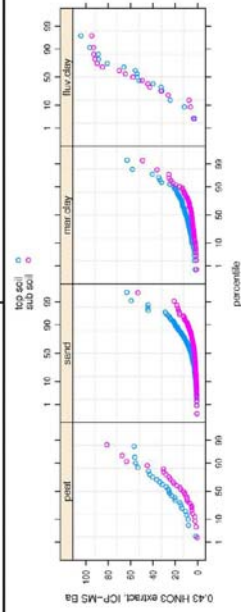


104.88
24.58
17.6
13.01
9.99
[ppm]

0.43 HNO3 extract, ICP-MS Ba sub soil



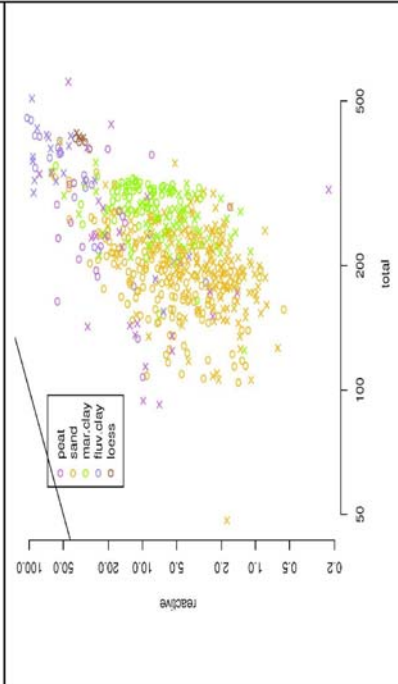
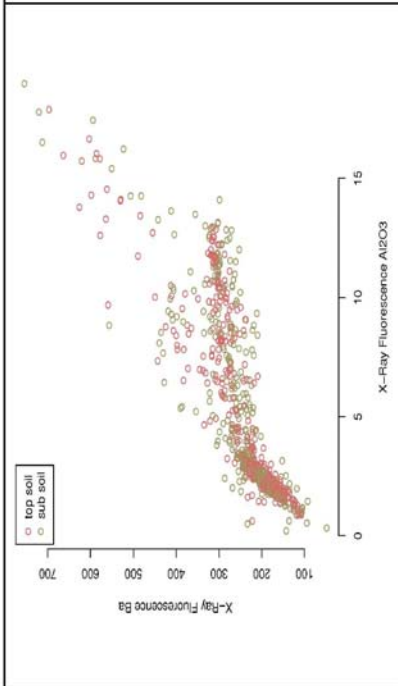
94.72
8.72
6.06
4.75
[ppm]



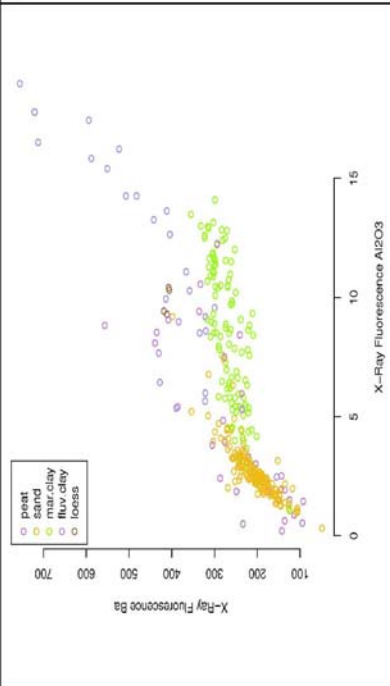
Ba relative concentrations

Ba - Barium										
total concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	107.57	232.92	277.07	81.98	378.56	696.62			
sand	178	104.19	165.05	189.6	38.71	217.57	336.15			
mar.clay	115	152.58	272.86	294.65	23.42	307.13	348.53			
fluv.clay	28	178	341.06	411.46	163.57	559.67	619.97			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	92.2	144.89	235.53	125.78	293.29	556.56			
sand	178	48.35	177.97	201.14	39.66	235.16	398.43			
mar.clay	115	124.62	237.13	265.21	44.95	296.44	354.92			
fluv.clay	28	154.62	322.04	407.98	128.16	510.95	754.35			
reactive concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	25	1.68	14.97	25.58	16.9	40.21	56.85			
sand	172	0.56	2.98	5.85	5.12	11.51	63.32			
mar.clay	80	2.11	7.03	10.62	5.43	14.27	63.08			
fluv.clay	17	2.74	31.95	53.94	40.05	80.96	104.38			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	25	1.45	5.46	11.13	8.68	21.79	63.62			
sand	172	0.63	1.83	2.64	1.81	4.9	53.45			
mar.clay	80	1.11	3.91	5.35	3.12	8.57	49.31			
fluv.clay	17	3.87	34.65	57.98	46.91	87.51	94.72			
Ba summary statistics										

Ba - Barium

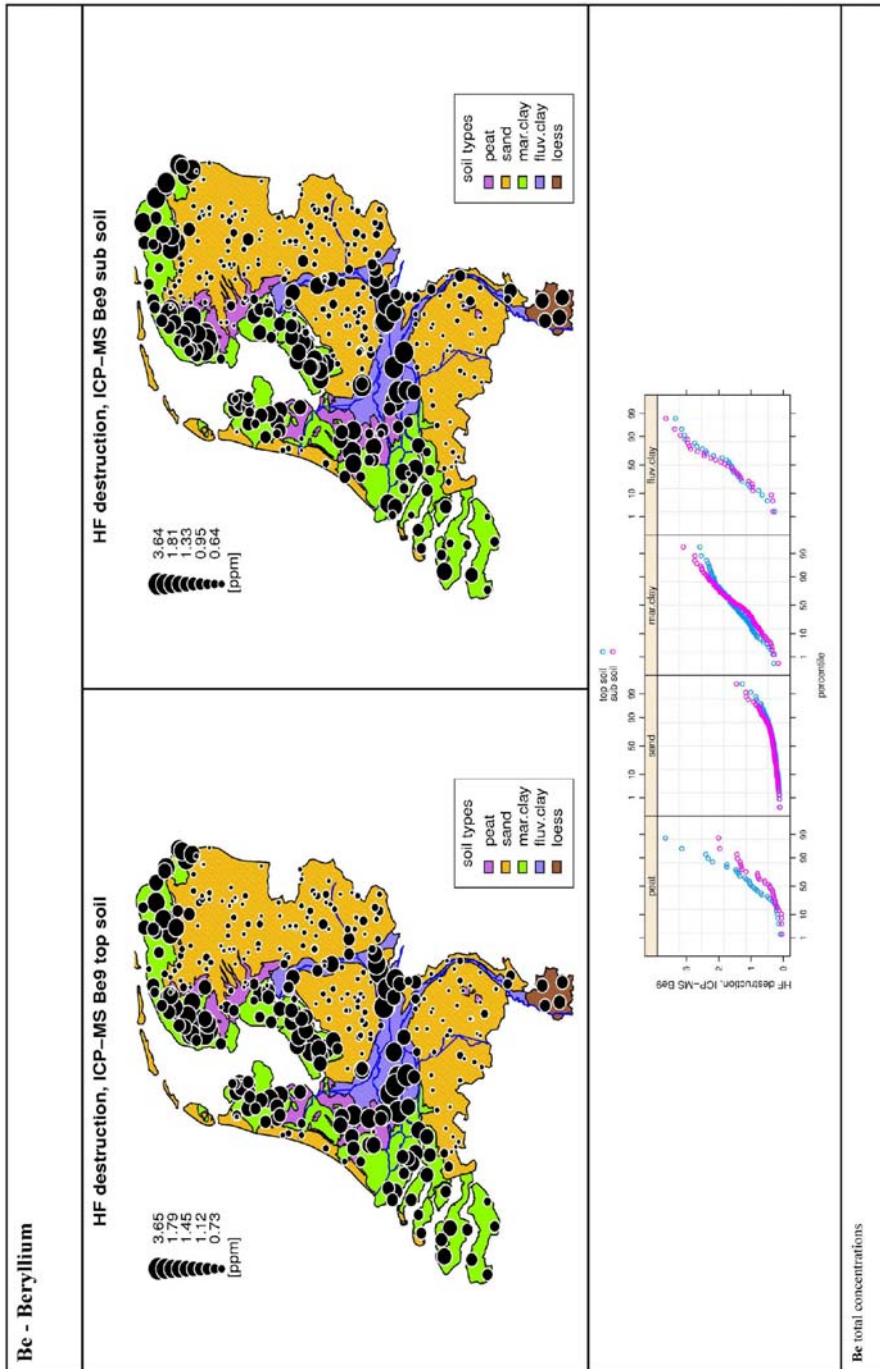


empty



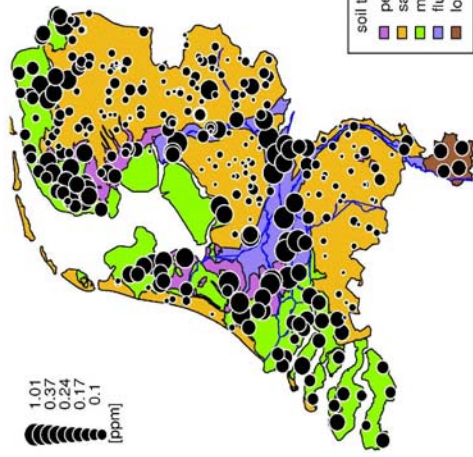
Ba Graphs

Be - Beryllium

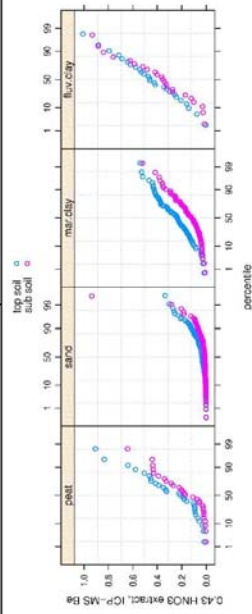
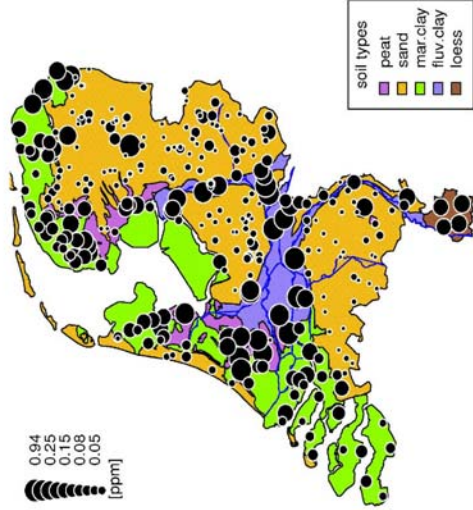


Be - Beryllium

0.43 HNO3 extract, ICP-MS Be top soil



0.43 HNO3 extract, ICP-MS Be sub soil



Be relative concentrations

Be - Beryllium

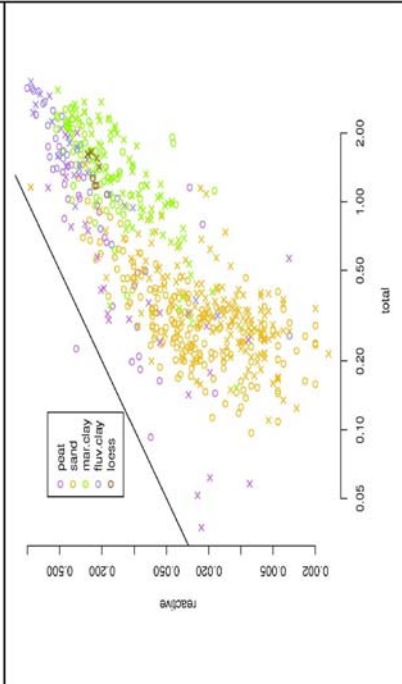
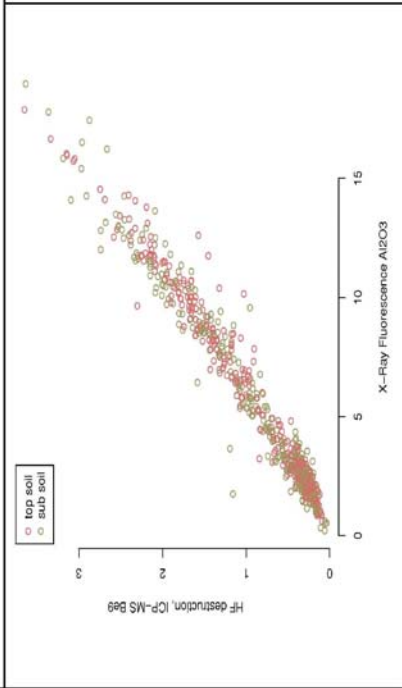
total concentrations							
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max
peat	33	0.09	0.35	0.96	0.79	1.45	3.65
sand	178	0.1	0.22	0.28	0.11	0.38	1.27
mar.clay	115	0.29	1.13	1.55	0.6	1.91	2.59
fluv.clay	28	0.26	1.31	1.64	0.85	2.43	3.34
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max
peat	33	0.04	0.25	0.42	0.49	1.15	2.01
sand	178	0.11	0.25	0.31	0.11	0.4	1.45
mar.clay	115	0.15	0.94	1.38	0.75	1.99	3.09
fluv.clay	28	0.32	1.25	1.77	1.11	2.71	3.64

reactive concentrations

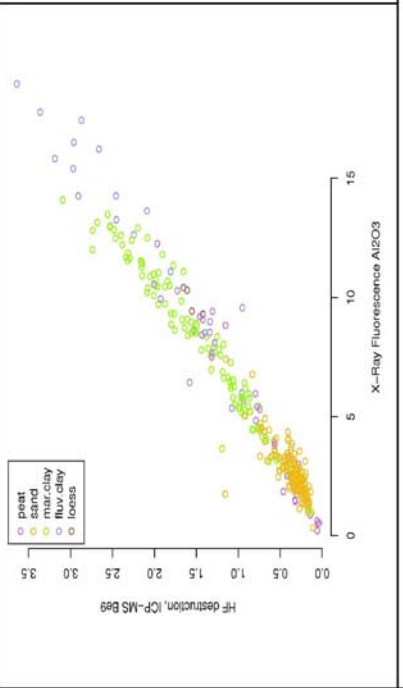
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max
peat	29	0.02	0.09	0.21	0.21	0.45	0.91
sand	172	0	0.02	0.03	0.03	0.06	0.34
mar.clay	80	0.02	0.16	0.24	0.15	0.37	0.54
fluv.clay	26	0	0.27	0.46	0.26	0.61	1.01
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max
peat	29	0	0.02	0.09	0.13	0.26	0.64
sand	172	0	0.01	0.01	0.01	0.03	0.94
mar.clay	80	0.01	0.06	0.12	0.1	0.21	0.52
fluv.clay	26	0.02	0.2	0.35	0.3	0.56	0.93

Be summary statistics

Be - Beryllium

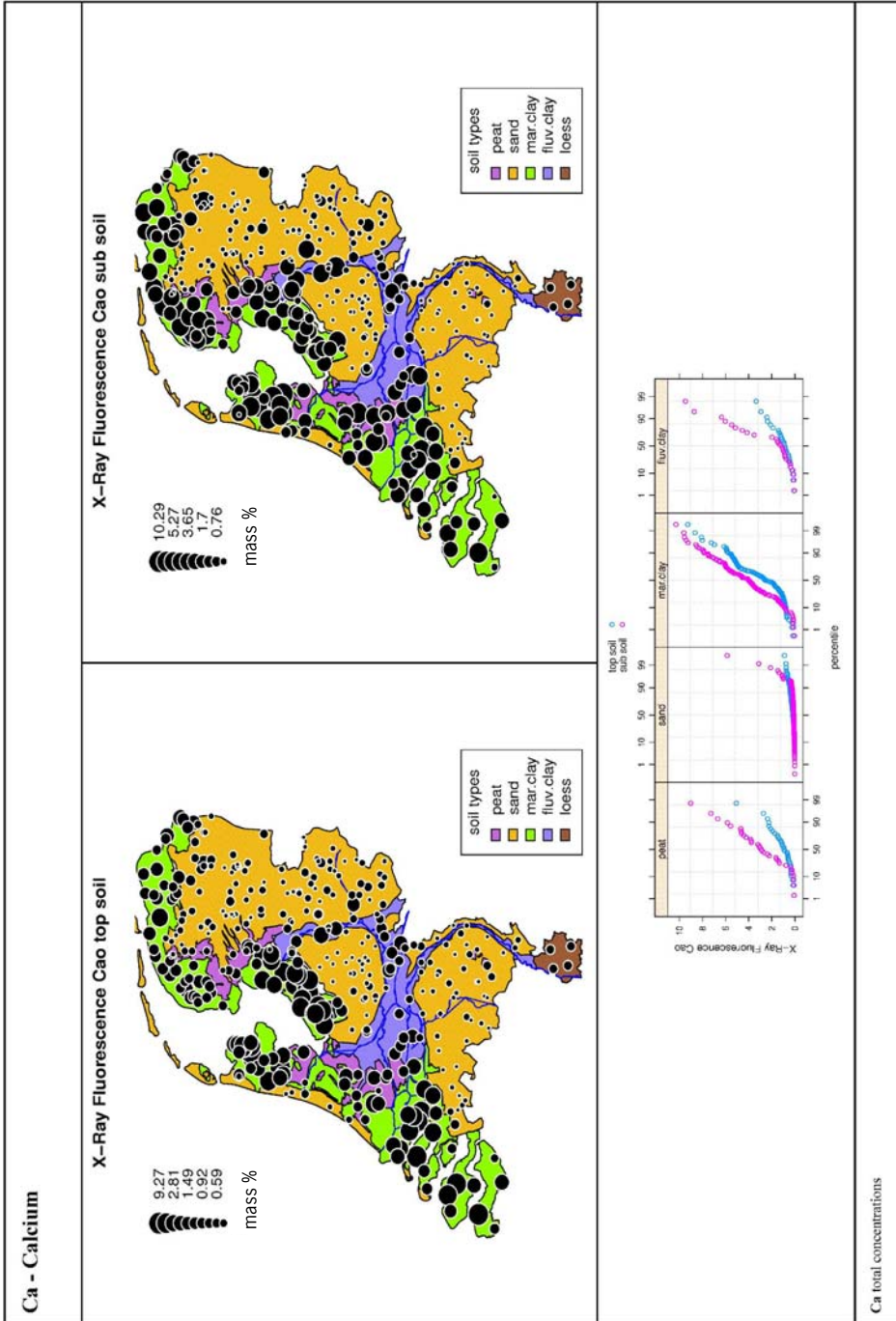


empty



Be Graphs

Ca - Calcium



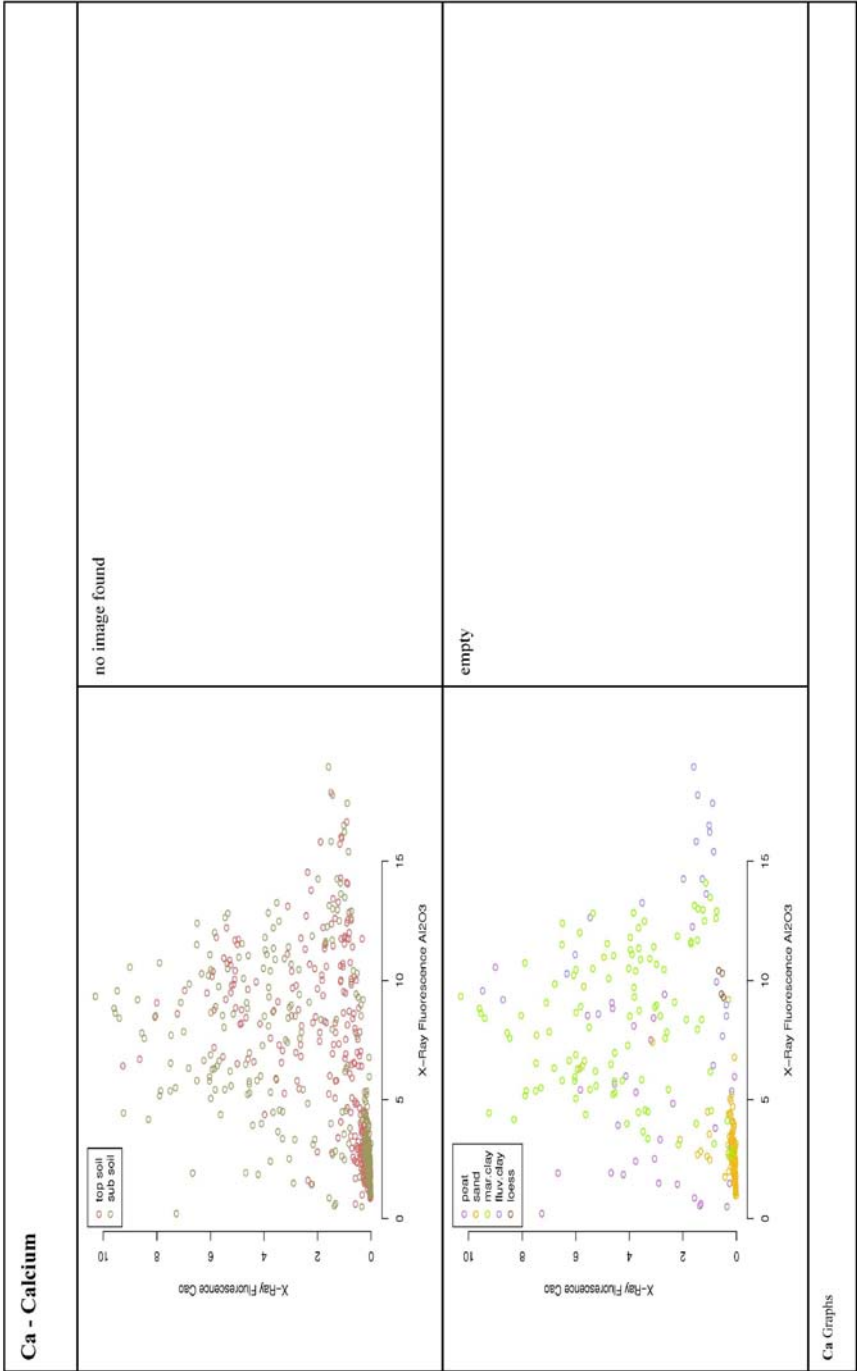
Ca - Calcium	no image found	no image found
no image found	Ca reactive concentrations	

Ca - Calcium

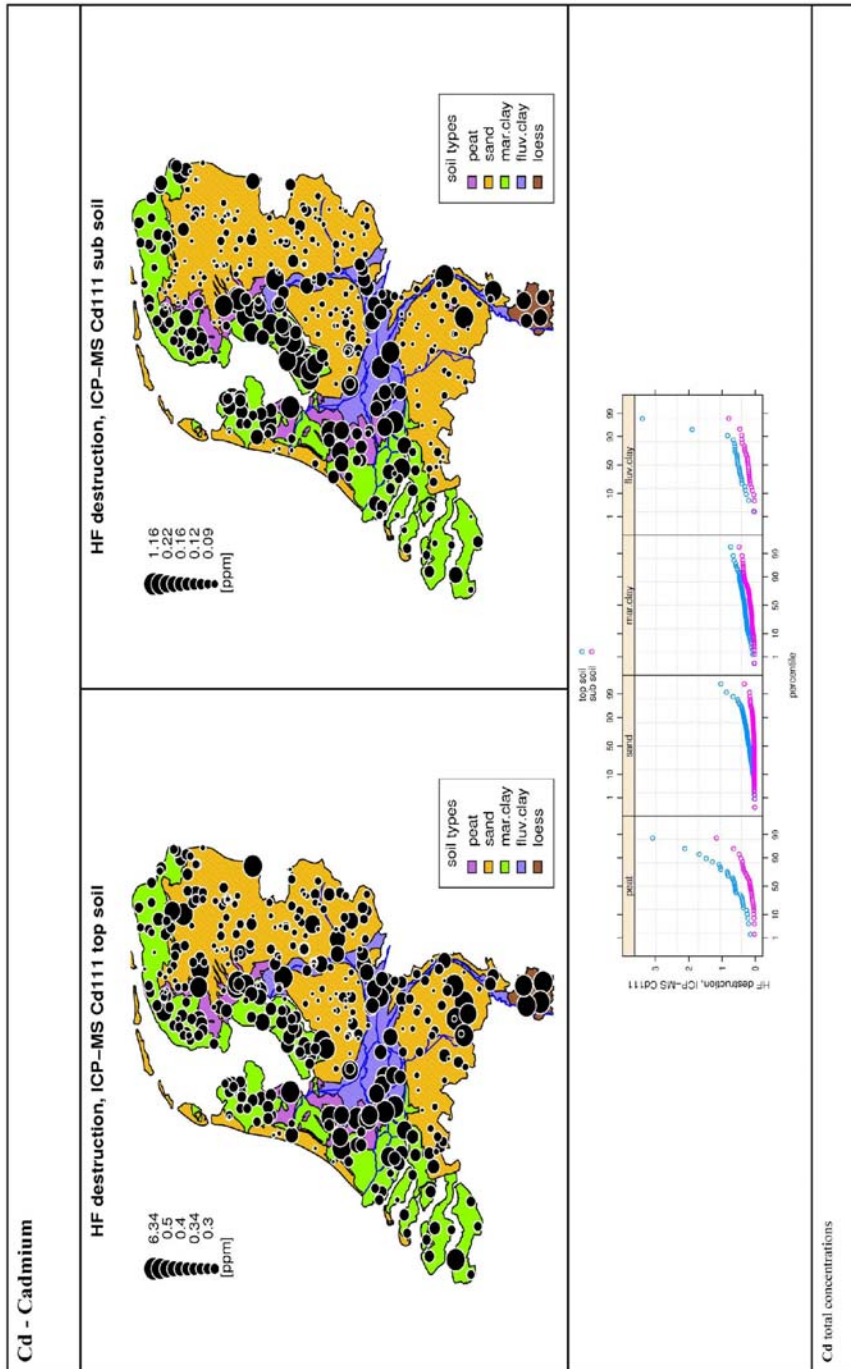
total concentrations										
	n	min	p25	median	mad	p75	max			
topsoil	33	0.08	0.42	0.93	0.84	1.5	5.07			
peat	178	0.01	0.07	0.17	0.15	0.3	0.89			
sand	115	0.17	1.13	2.59	2.44	4.9	9.27			
mar.clay	28	0.08	0.46	0.87	0.67	1.36	3.34			
fluv.clay	28	0.08	0.46	0.87	0.67	1.36	3.34			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.06	1.33	2.9	2.33	4.42	9.01			
sand	178	0	0.06	0.09	0.06	0.15	5.85			
mar.clay	115	0.05	2.43	3.98	2.9	5.99	10.29			
fluv.clay	28	0.05	0.69	1.19	1.21	4.24	9.48			

no data found

Ca summary statistics

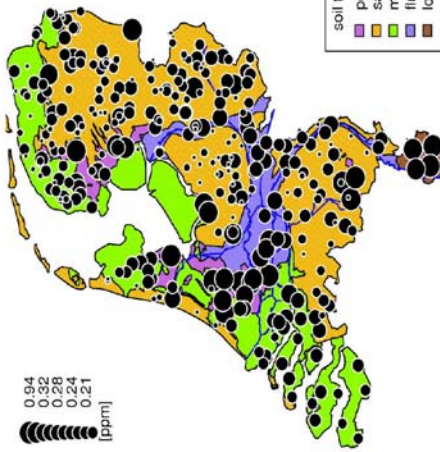


Cd - Cadmium

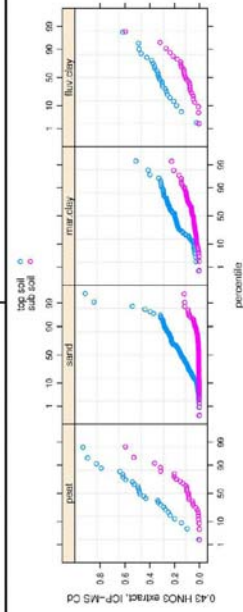
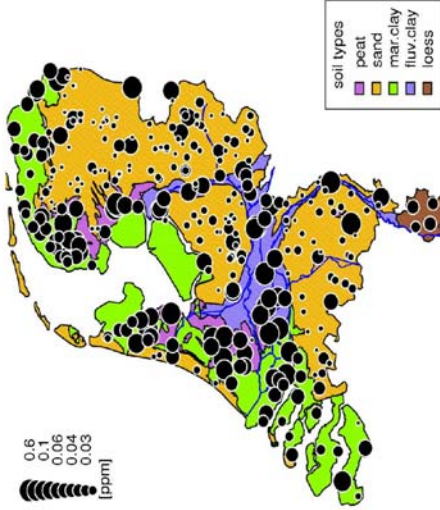


Cd - Cadmium

0.43 HNO₃ extract, ICP-MS Cd top soil



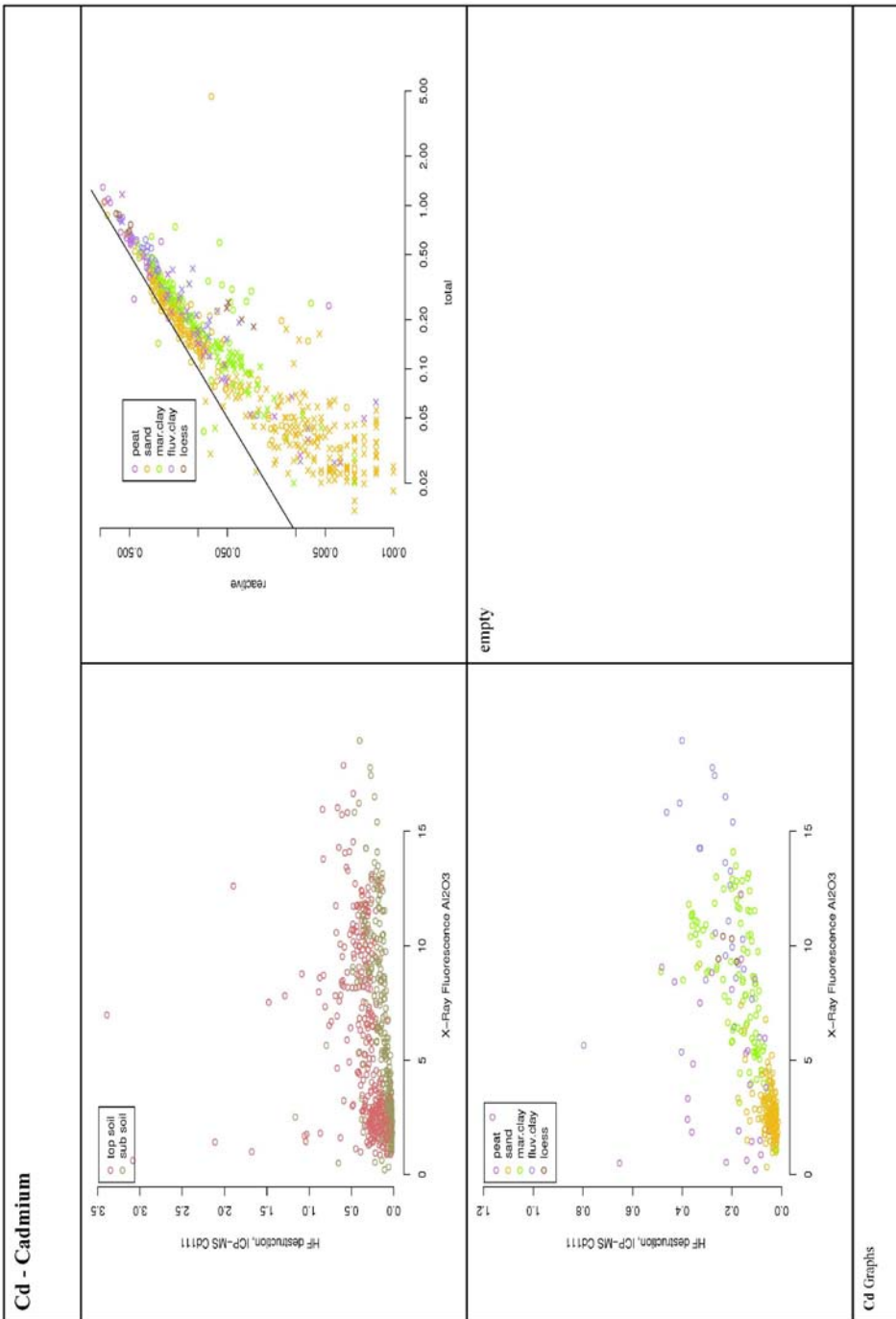
0.43 HNO₃ extract, ICP-MS Cd sub soil



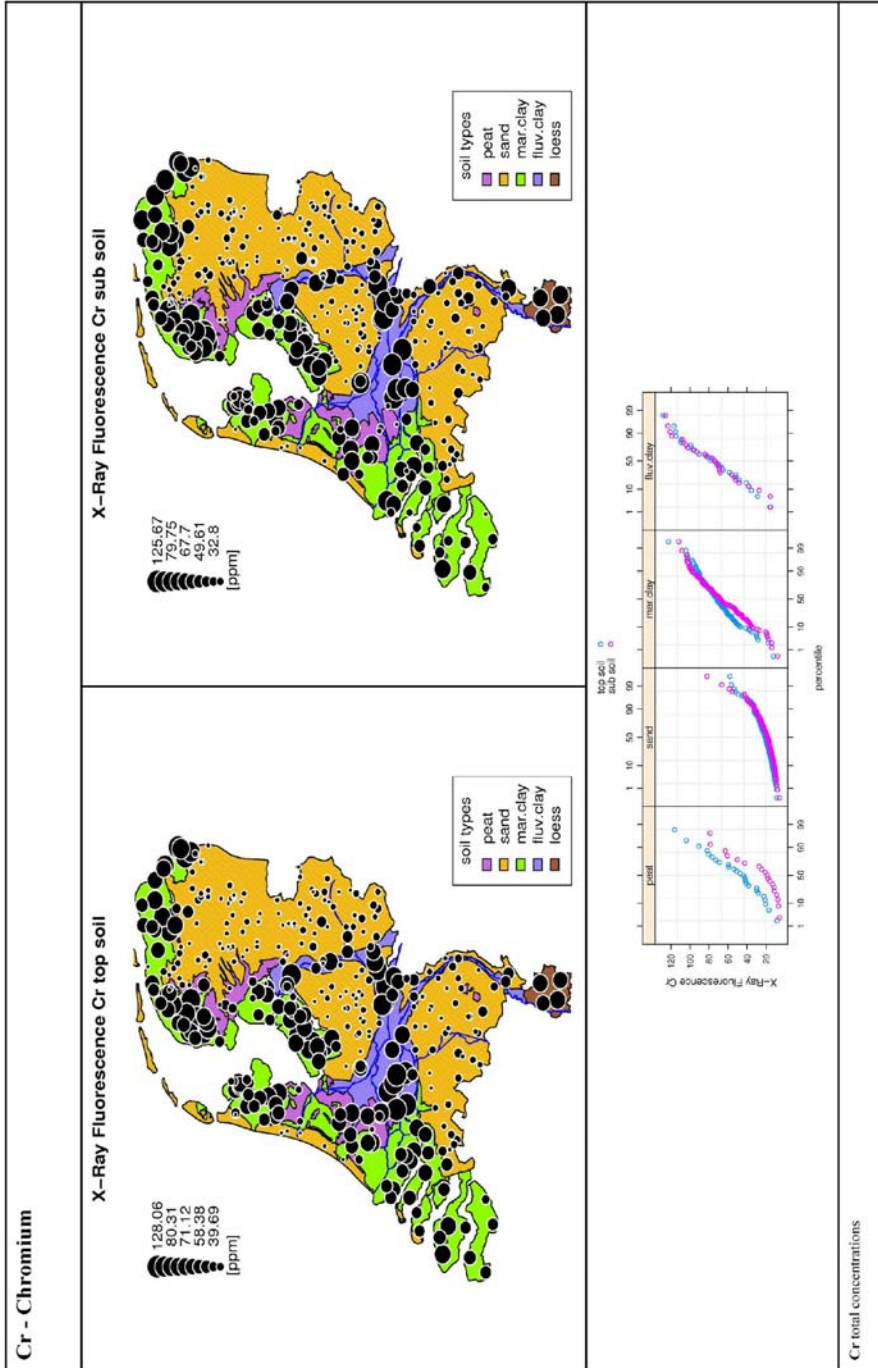
Cd reactive concentrations

Cd - Cadmium															
total concentrations															
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max	topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max
peat	33	0.15	0.38	0.61	0.34	0.84	3.09	peat	28	0	0.29	0.48	0.23	0.6	0.94
sand	178	0.02	0.13	0.19	0.1	0.26	4.62	sand	172	0	0.09	0.15	0.11	0.23	0.92
mar.clay	115	0.04	0.27	0.32	0.09	0.4	0.74	mar.clay	80	0.01	0.15	0.2	0.09	0.26	0.51
fluv.clay	28	0.05	0.41	0.52	0.15	0.61	6.34	fluv.clay	25	0.03	0.27	0.33	0.09	0.36	0.62
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max	subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max
peat	33	0.03	0.08	0.14	0.14	0.33	1.16	peat	28	0	0.03	0.09	0.1	0.16	0.36
sand	178	0.01	0.03	0.04	0.02	0.05	0.33	sand	172	0	0	0.01	0.01	0.01	0.12
mar.clay	115	0.02	0.1	0.14	0.07	0.2	0.49	mar.clay	80	0	0.04	0.05	0.03	0.1	0.23
fluv.clay	28	0.03	0.17	0.21	0.09	0.31	0.8	fluv.clay	25	0	0.06	0.11	0.07	0.15	0.32
reactive concentrations															
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max	topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max
peat	28	0	0.29	0.48	0.23	0.6	0.94	peat	28	0	0.03	0.09	0.1	0.16	0.36
sand	172	0	0.09	0.15	0.11	0.23	0.92	sand	172	0	0	0.01	0.01	0.01	0.12
mar.clay	80	0.01	0.15	0.2	0.09	0.26	0.51	mar.clay	80	0	0.04	0.05	0.03	0.1	0.23
fluv.clay	25	0.03	0.27	0.33	0.09	0.36	0.62	fluv.clay	25	0	0.06	0.11	0.07	0.15	0.32
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max	subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max
peat	28	0	0.03	0.09	0.1	0.16	0.36	peat	28	0	0.03	0.09	0.1	0.16	0.36
sand	172	0	0	0.01	0.01	0.01	0.12	sand	172	0	0	0.01	0.01	0.01	0.12
mar.clay	80	0	0.04	0.05	0.03	0.1	0.23	mar.clay	80	0	0.04	0.05	0.03	0.1	0.23
fluv.clay	25	0	0.06	0.11	0.07	0.15	0.32	fluv.clay	25	0	0.06	0.11	0.07	0.15	0.32

Cd summary statistics

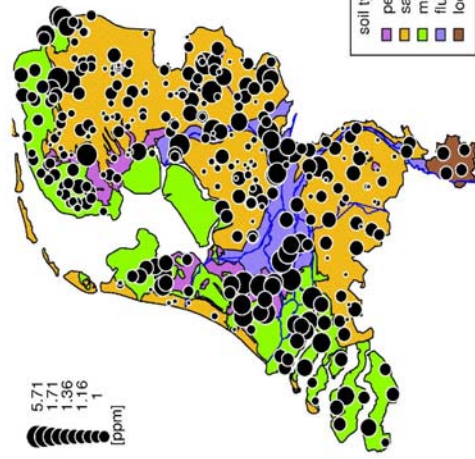


Cr - Chromium

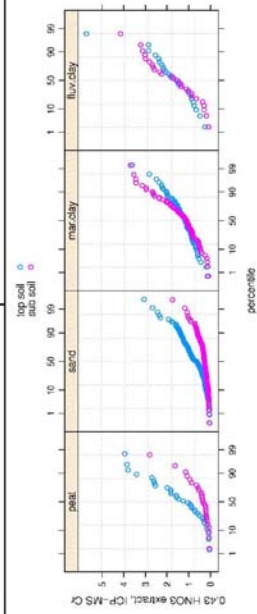
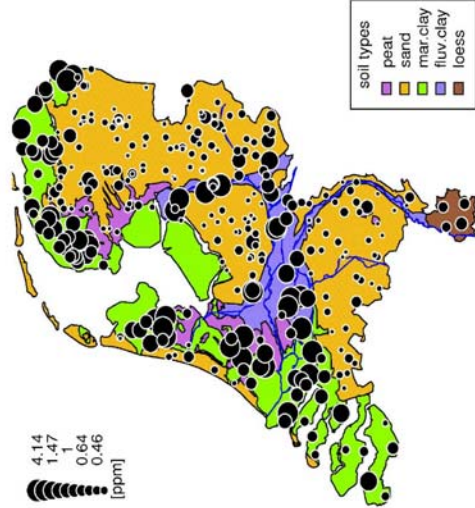


Cr - Chromium

0.43 HNO3 extract, ICP-MS Cr top soil



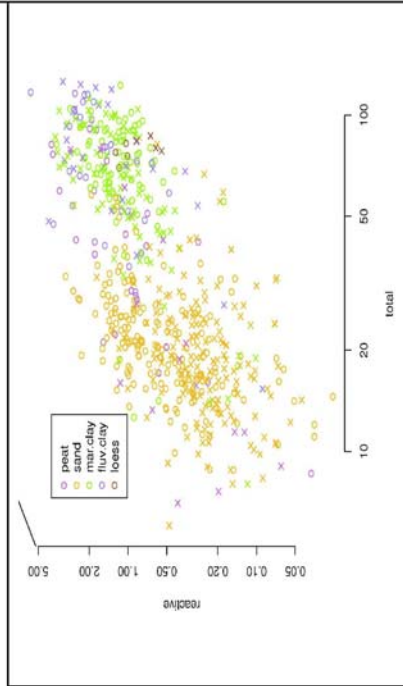
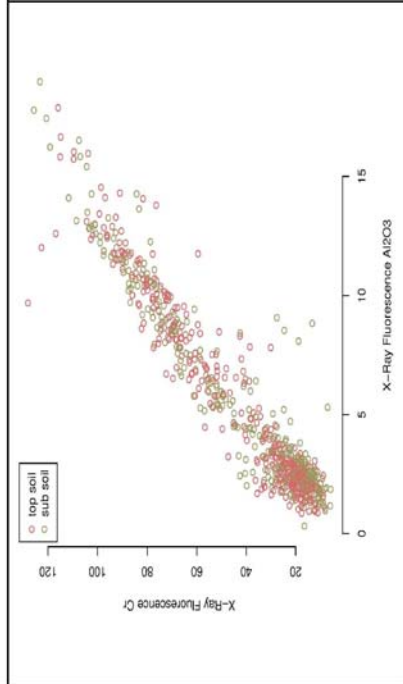
0.43 HNO3 extract, ICP-MS Cr sub soil



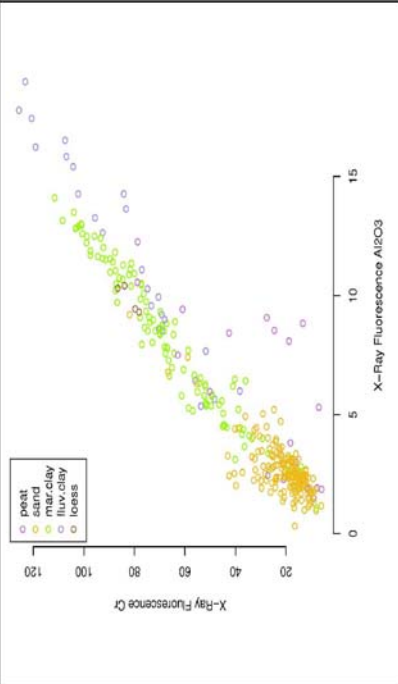
Cr relative concentrations

Cr - Chromium										
total concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	27	8.59	29.94	44.15	23.58	70.83	115.93			
sand	178	8.81	16.84	21.03	7.24	26.35	57.95			
mar.clay	115	12.62	60.65	71.73	17.08	83.41	122.62			
fluv.clay	28	16.06	51.85	75.33	34.9	98.67	128.06			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	27	5.9	11.41	18.5	13.75	38.79	78.83			
sand	178	6.01	14.68	18.28	7.07	24.22	81.93			
mar.clay	115	8.01	49.34	68.13	27.46	85.18	111.66			
fluv.clay	28	15.34	55.37	74.03	32.46	102.81	125.67			
reactive concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0.04	0.47	1.15	1.19	2.13	3.95			
sand	172	0.03	0.35	0.65	0.54	1.06	3.05			
mar.clay	80	0.14	0.88	1.16	0.48	1.52	3.6			
fluv.clay	27	0.24	0.93	1.51	0.98	2.21	5.71			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0.04	0.18	0.34	0.29	0.58	2.8			
sand	172	0.04	0.17	0.27	0.14	0.37	1.75			
mar.clay	80	0.1	0.82	1.09	0.74	1.82	3.68			
fluv.clay	27	0.09	0.86	1.49	1.44	2.63	3.21			
Cr - summary statistics										

Cr - Chromium

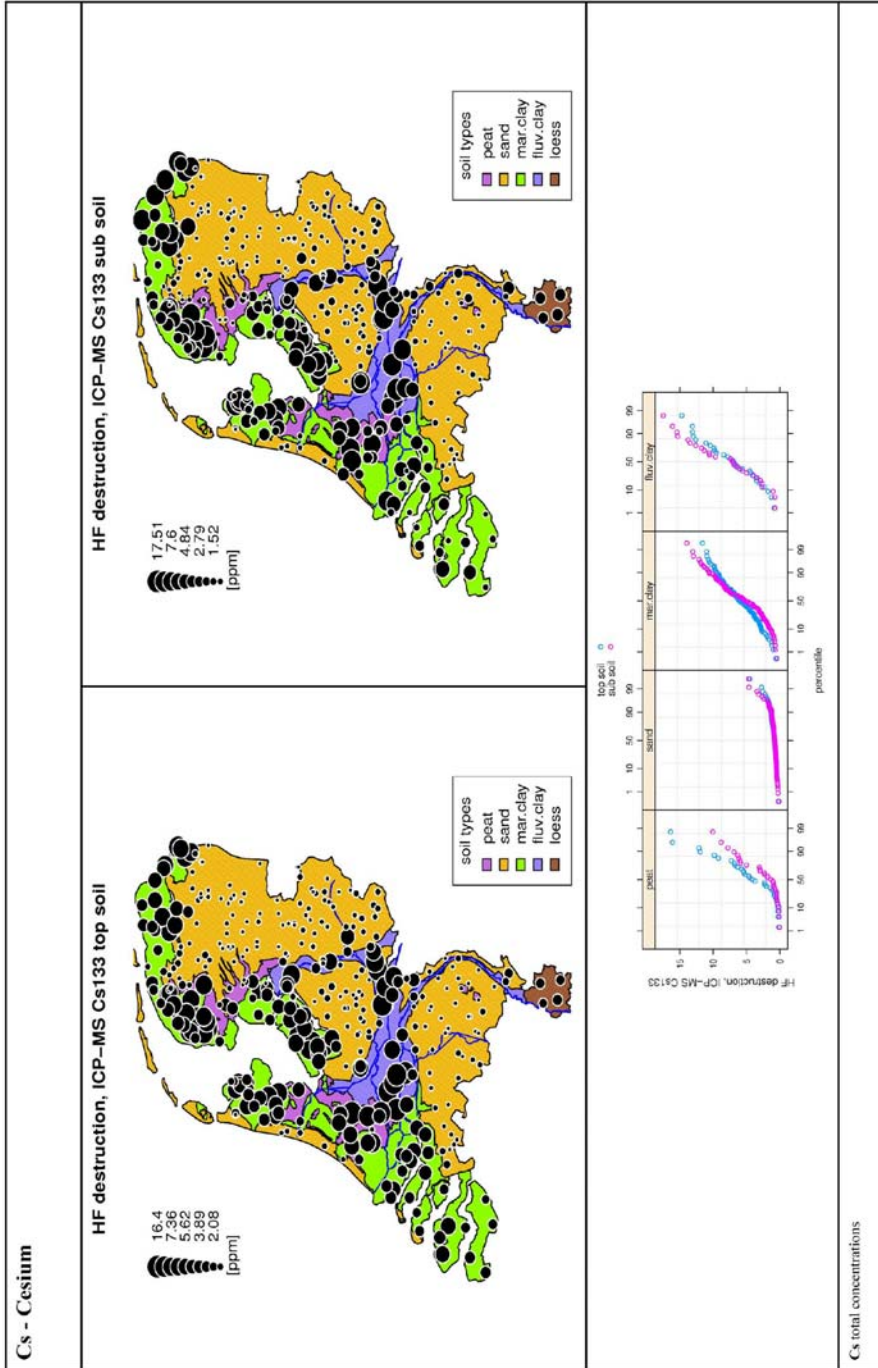


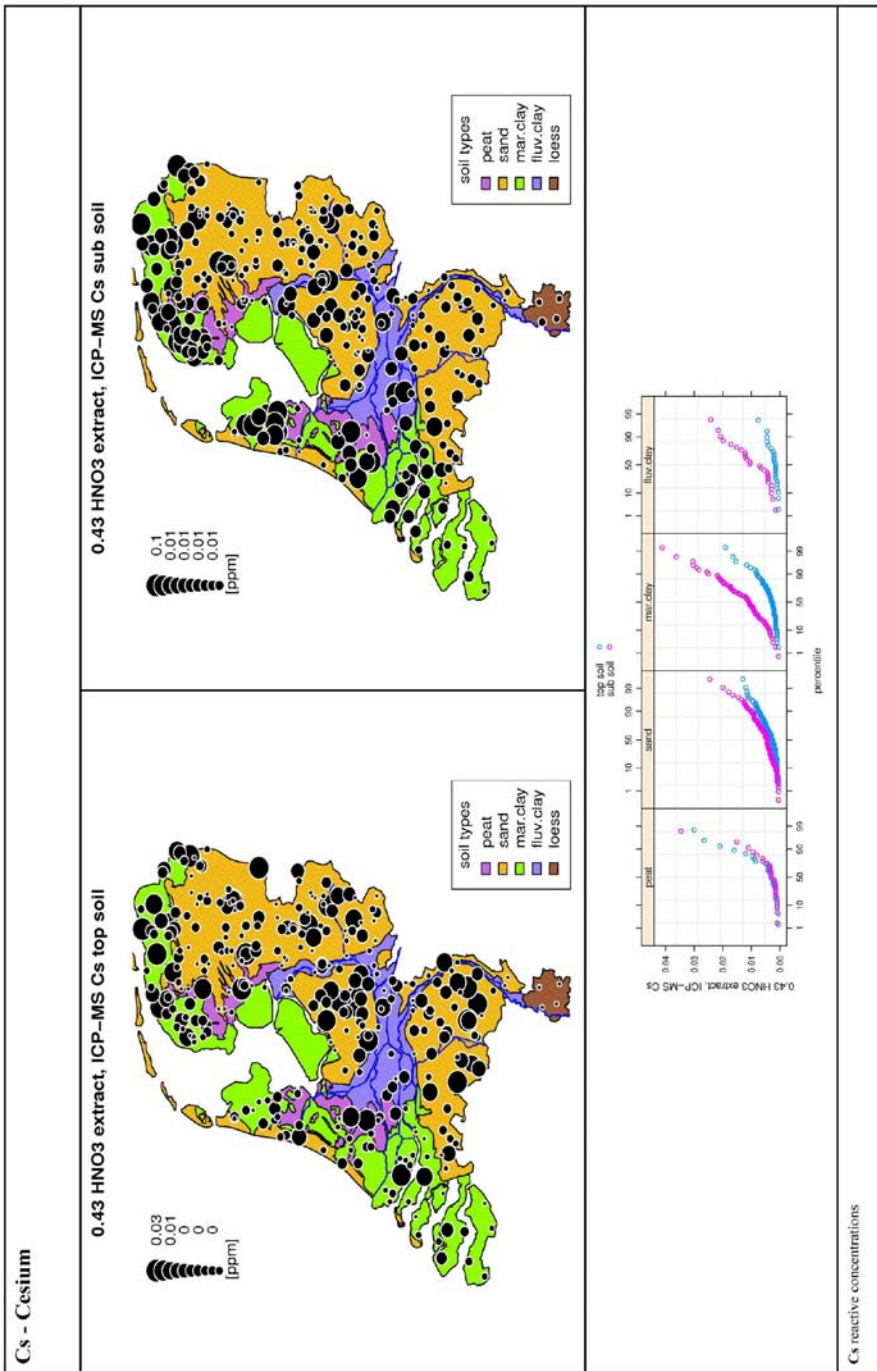
empty



Cr Graphs

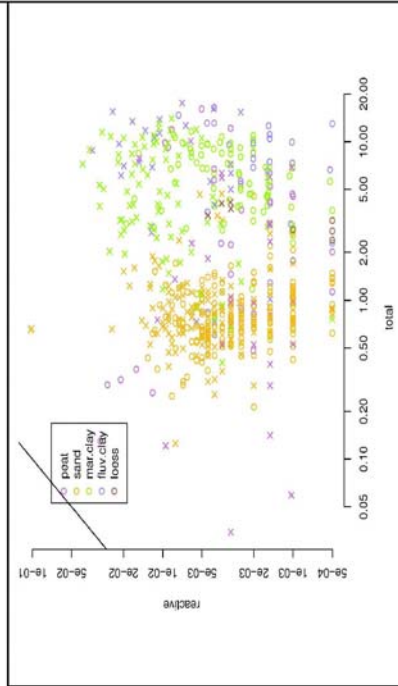
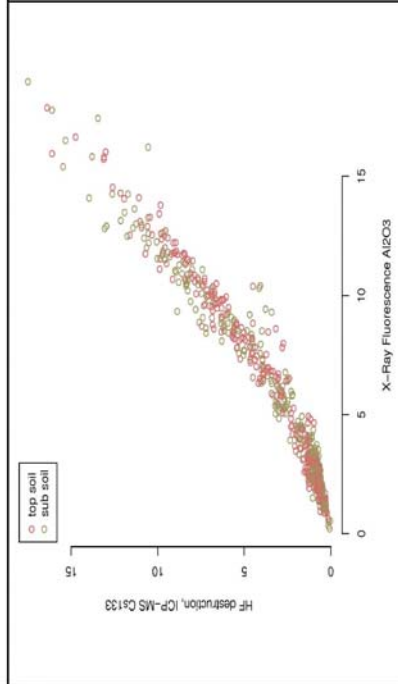
Cs - Cesium



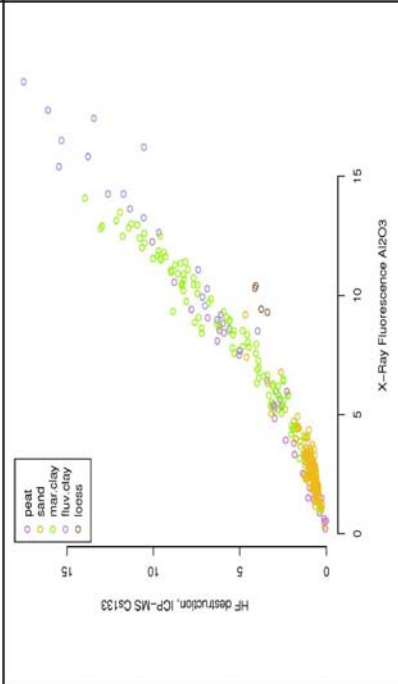


Cs - Cesium										
total concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.13	0.82	4.18	4.61	6.72	16.4			
sand	178	0.21	0.62	0.78	0.28	1.05	4.53			
mar.clay	115	0.6	3.89	6.05	3.2	8.07	11.62			
fluv.clay	28	0.84	3.95	6.96	4.68	10.05	14.74			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.03	0.53	1.36	1.58	5.03	10.07			
sand	178	0.13	0.61	0.75	0.24	0.97	4.68			
mar.clay	115	0.4	2.66	5.32	4.21	8.34	13.97			
fluv.clay	28	0.73	3.85	7.09	6.26	11.96	17.51			
reactive concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0	0	0	0	0.01	0.03			
sand	168	0	0	0	0	0	0.01			
mar.clay	78	0	0	0	0	0	0.02			
fluv.clay	24	0	0	0	0	0	0.01			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0	0	0	0	0	0.03			
sand	168	0	0	0	0	0.01	0.1			
mar.clay	78	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04			
fluv.clay	24	0	0	0.01	0.01	0.01	0.02			
Cs summary statistics										

Cs - Cesium

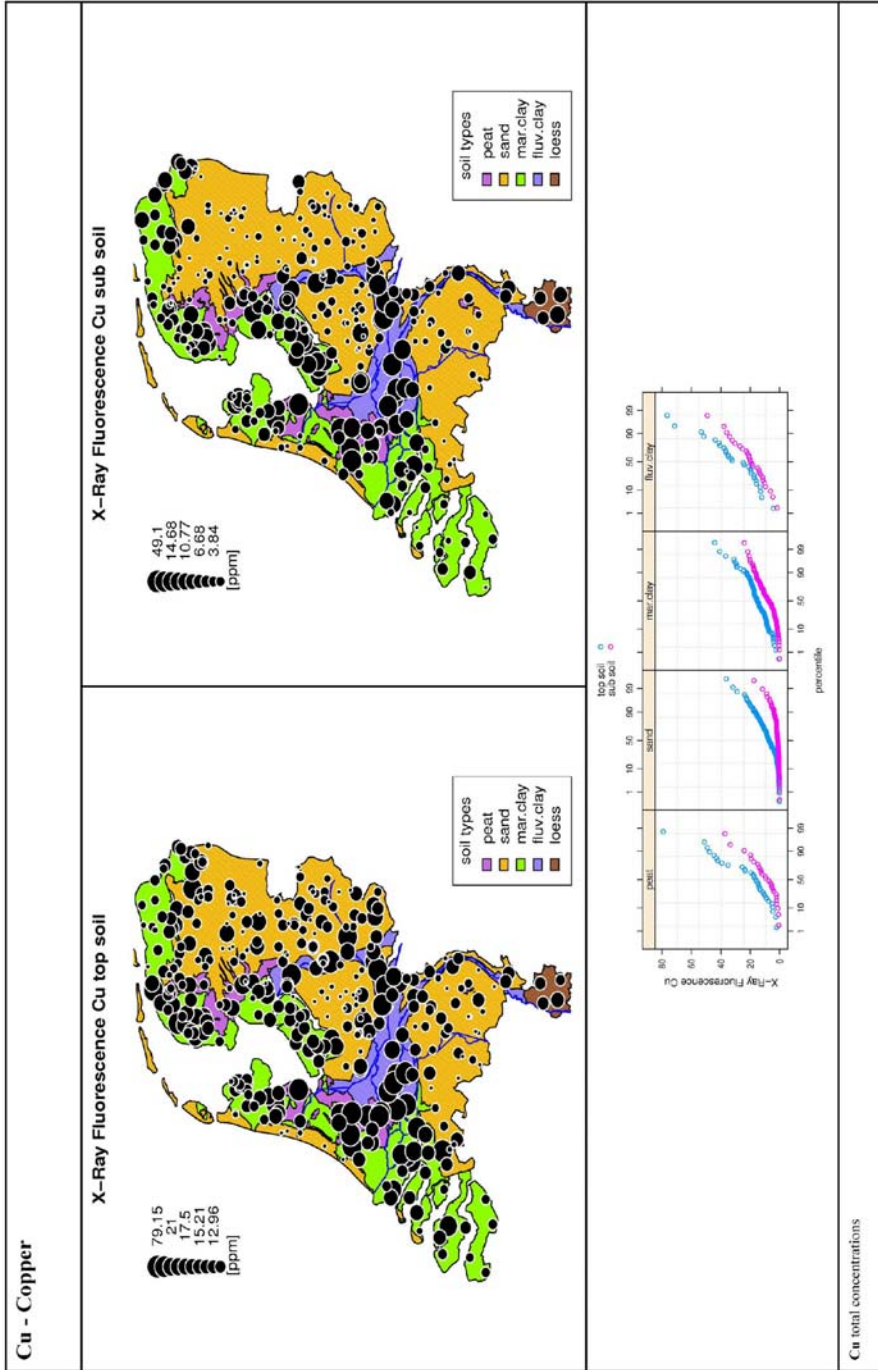


empty



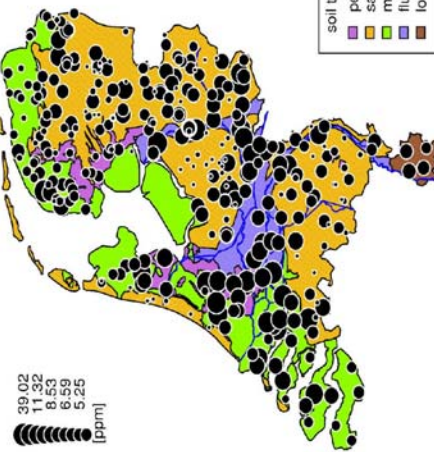
Cs Graphs

Cu - Copper

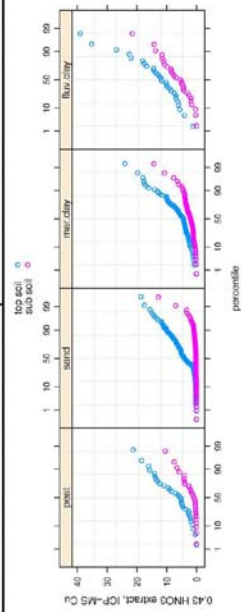
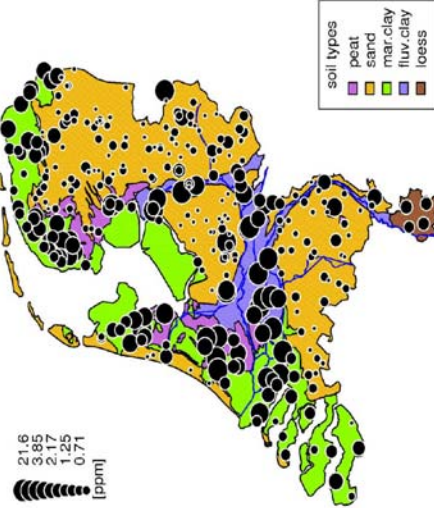


Cu - Copper

0.43 HNO3 extract, ICP-MS Cu top soil

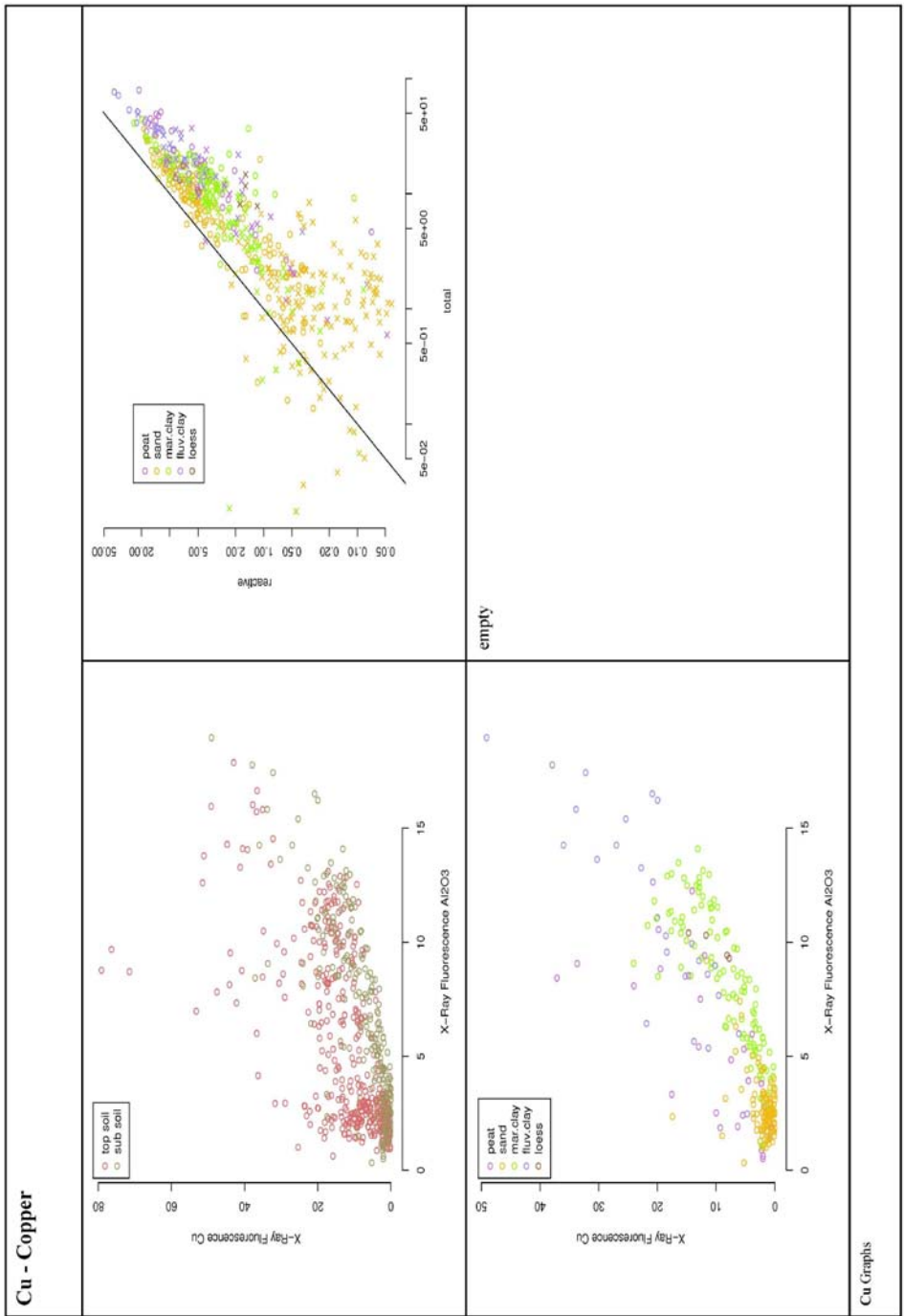


0.43 HNO3 extract, ICP-MS Cu sub soil

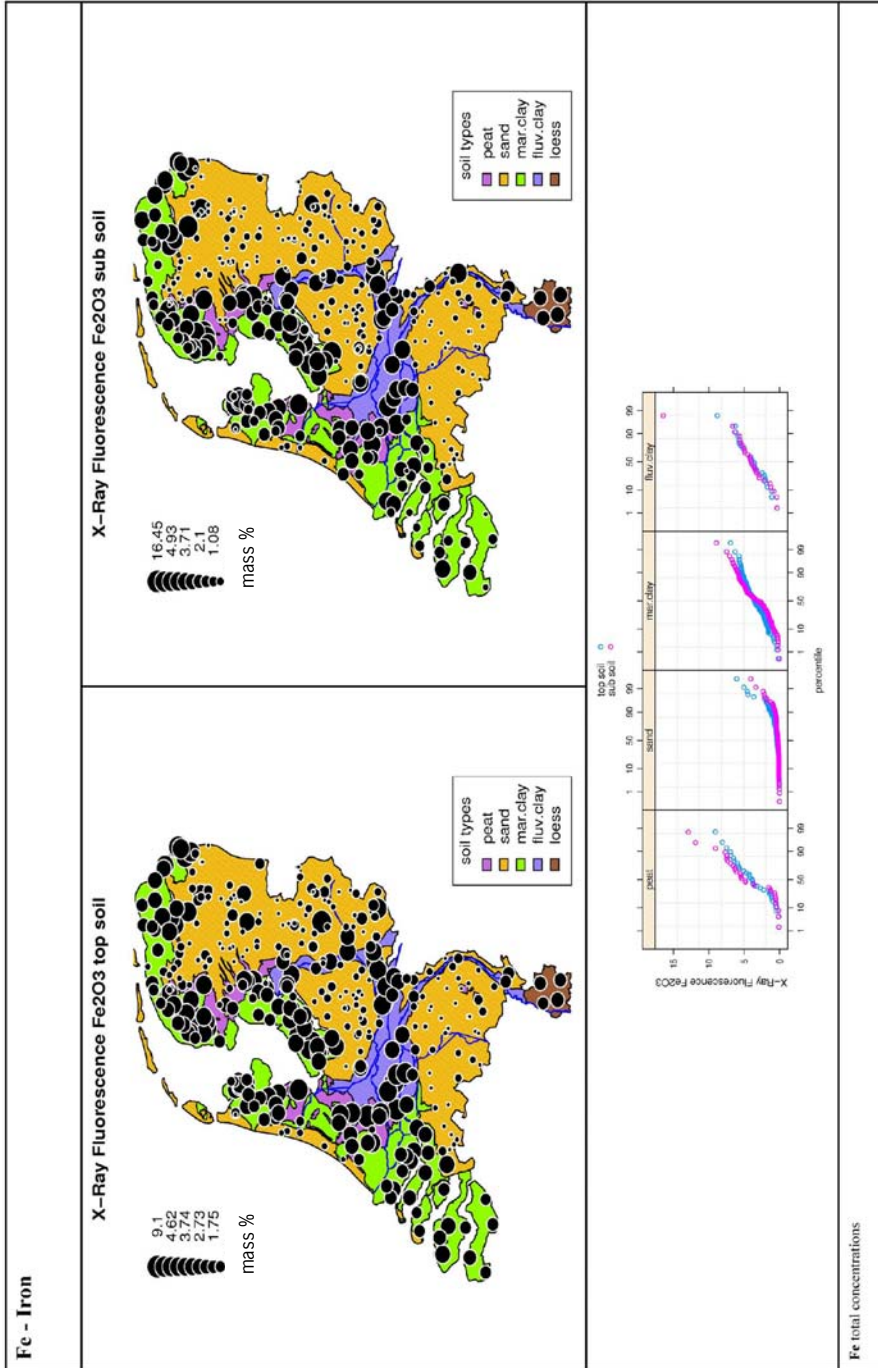


Cu relative concentrations

Cu - Copper										
total concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	2.17	10.81	16.29	11	35.13	79.15			
sand	170	0.14	2.65	7.21	6.53	11.41	36.31			
mar.clay	115	0.35	9.99	15.2	6.41	18.4	44.17			
fluv.clay	28	4.39	17.43	28.46	16.45	38.51	76.38			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.6	2.67	8.35	9.03	14.55	37.12			
sand	170	0.02	0.71	1.35	1	2.05	17.43			
mar.clay	115	0.02	3.3	7.07	6.6	12.83	24.06			
fluv.clay	28	1.63	12.16	19.96	10.46	26.19	49.1			
reactive concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0.07	2.75	5.49	5.23	12.62	21.27			
sand	172	0.05	0.77	4.12	4.78	6.62	18.69			
mar.clay	80	0.11	3.3	4.49	3.04	8.58	24			
fluv.clay	28	1.22	7.37	11.81	7.2	17.07	39.02			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0.05	0.37	1.01	1.31	4.09	10.5			
sand	172	0.04	0.11	0.23	0.22	0.5	12.83			
mar.clay	80	0.09	1.16	1.98	1.62	3.73	14.3			
fluv.clay	28	0.08	2.91	5.48	5.33	10.34	21.6			
Cu summary statistics										

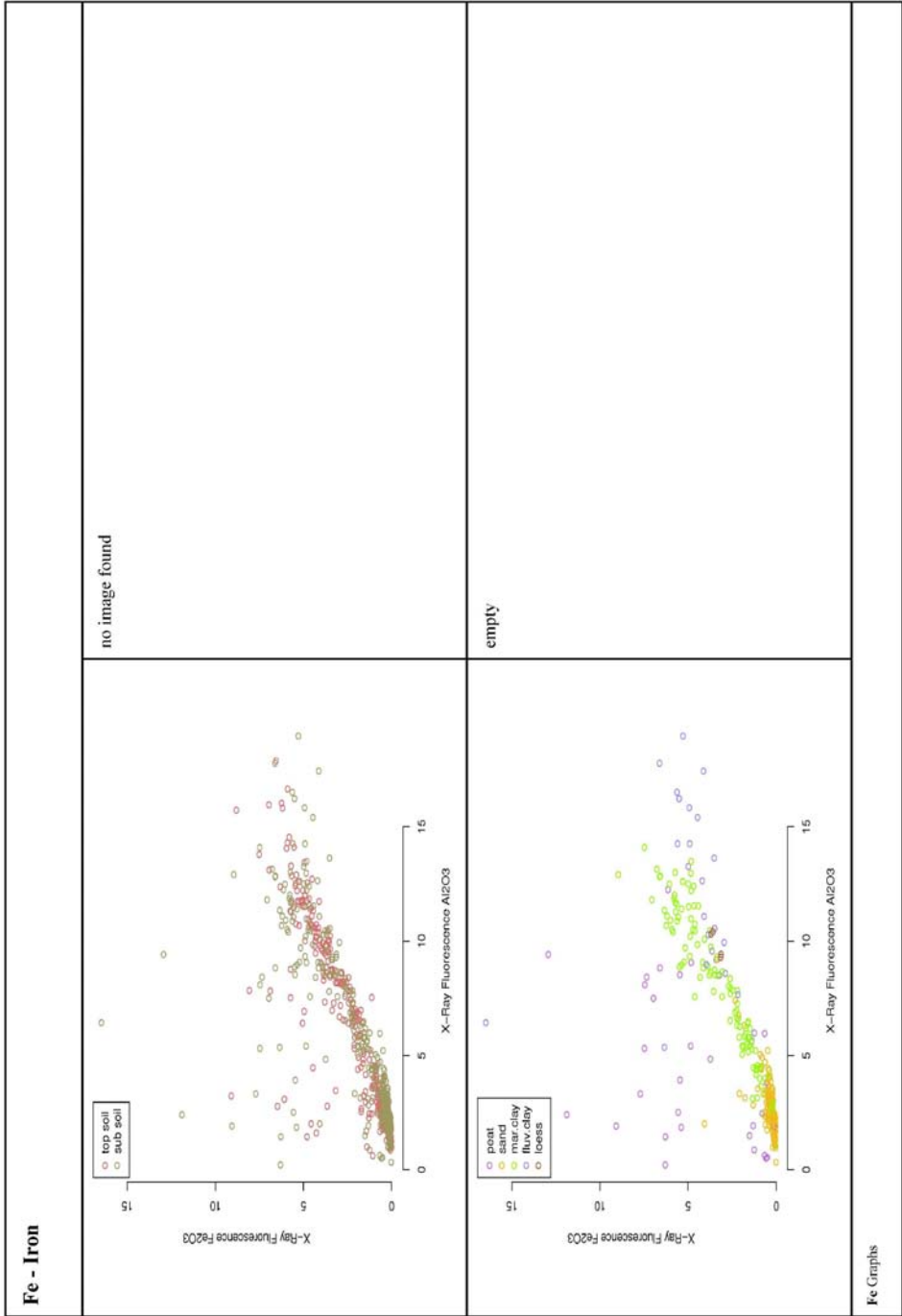


Fe - Iron

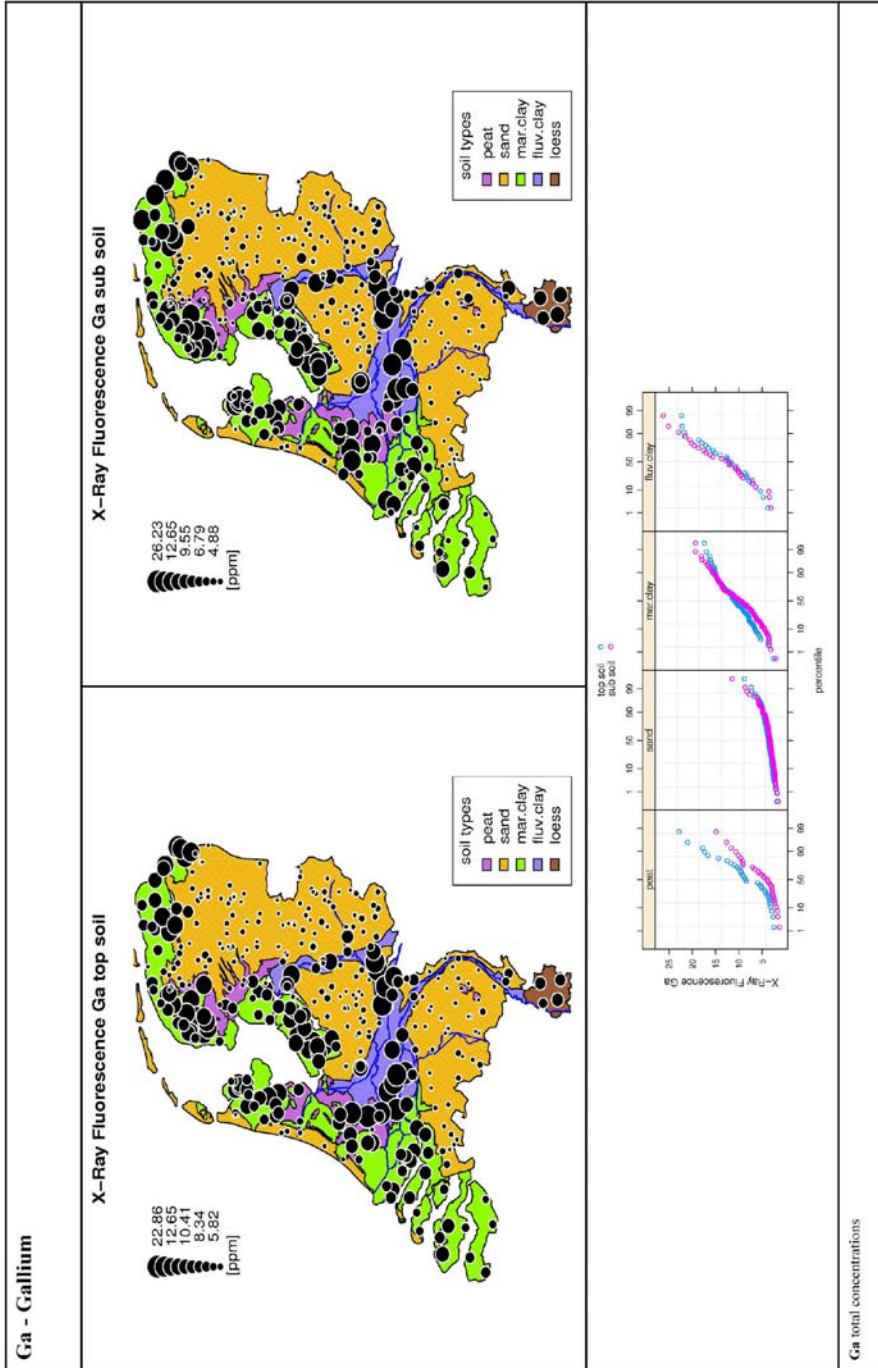


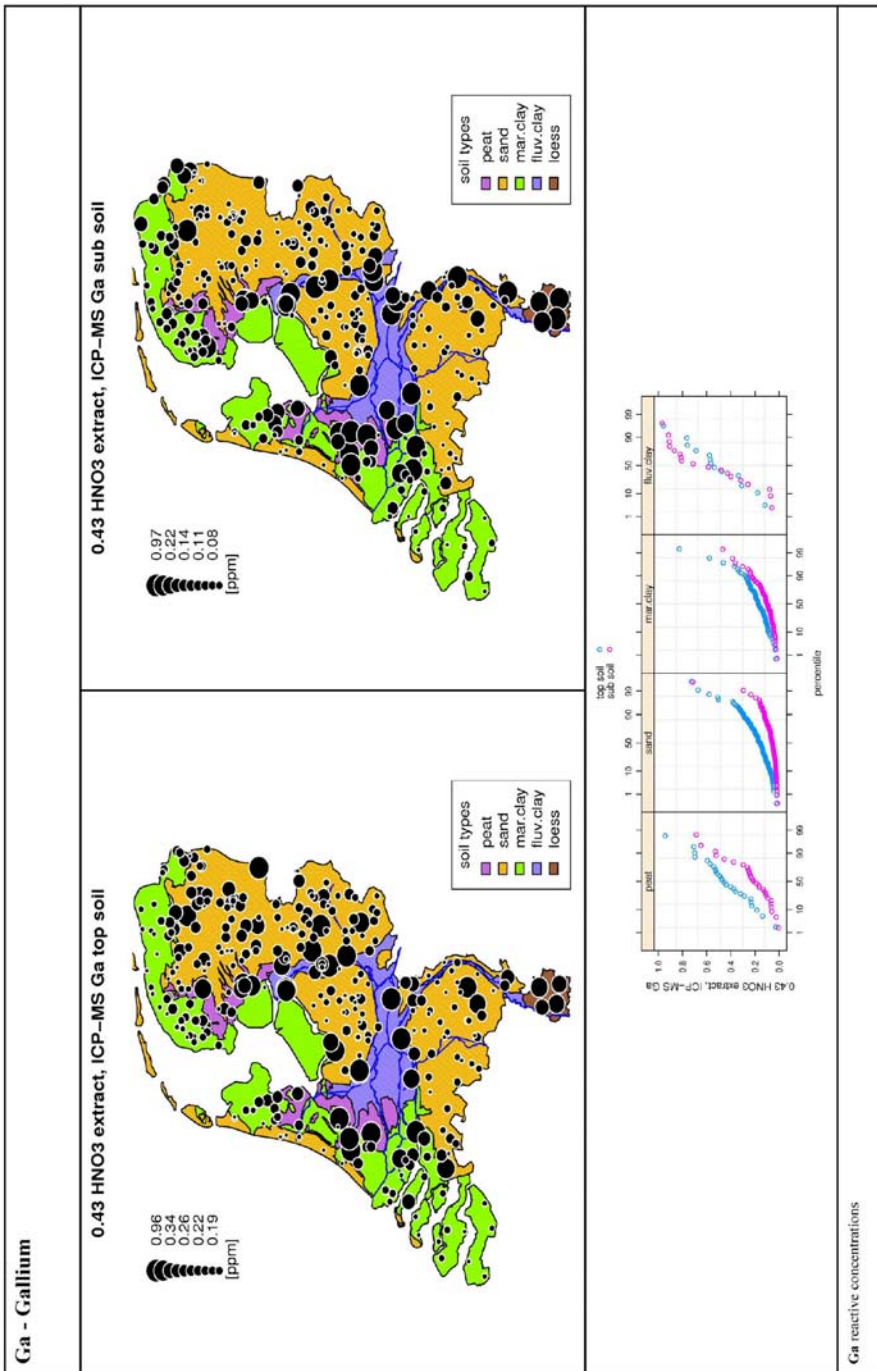
Fe - Iron	
no image found	no image found
no image found	
Fe reactive concentrations	

Fe - Iron										
total concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.11	1.4	3.85	3.59	5.91	9.1			
sand	175	0	0.14	0.36	0.32	0.64	6.08			
mar.clay	115	0.19	2.25	3.53	1.73	4.56	6.94			
fluv.clay	28	0.32	2.15	3.76	2.43	5.29	8.81			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.08	0.67	5.12	3.66	6.68	12.93			
sand	175	0.02	0.14	0.23	0.19	0.43	4.07			
mar.clay	115	0.05	1.59	3.07	2.5	4.94	8.95			
fluv.clay	28	0.36	2.94	4.03	1.64	5.06	16.45			
no data found										
Fe summary statistics										

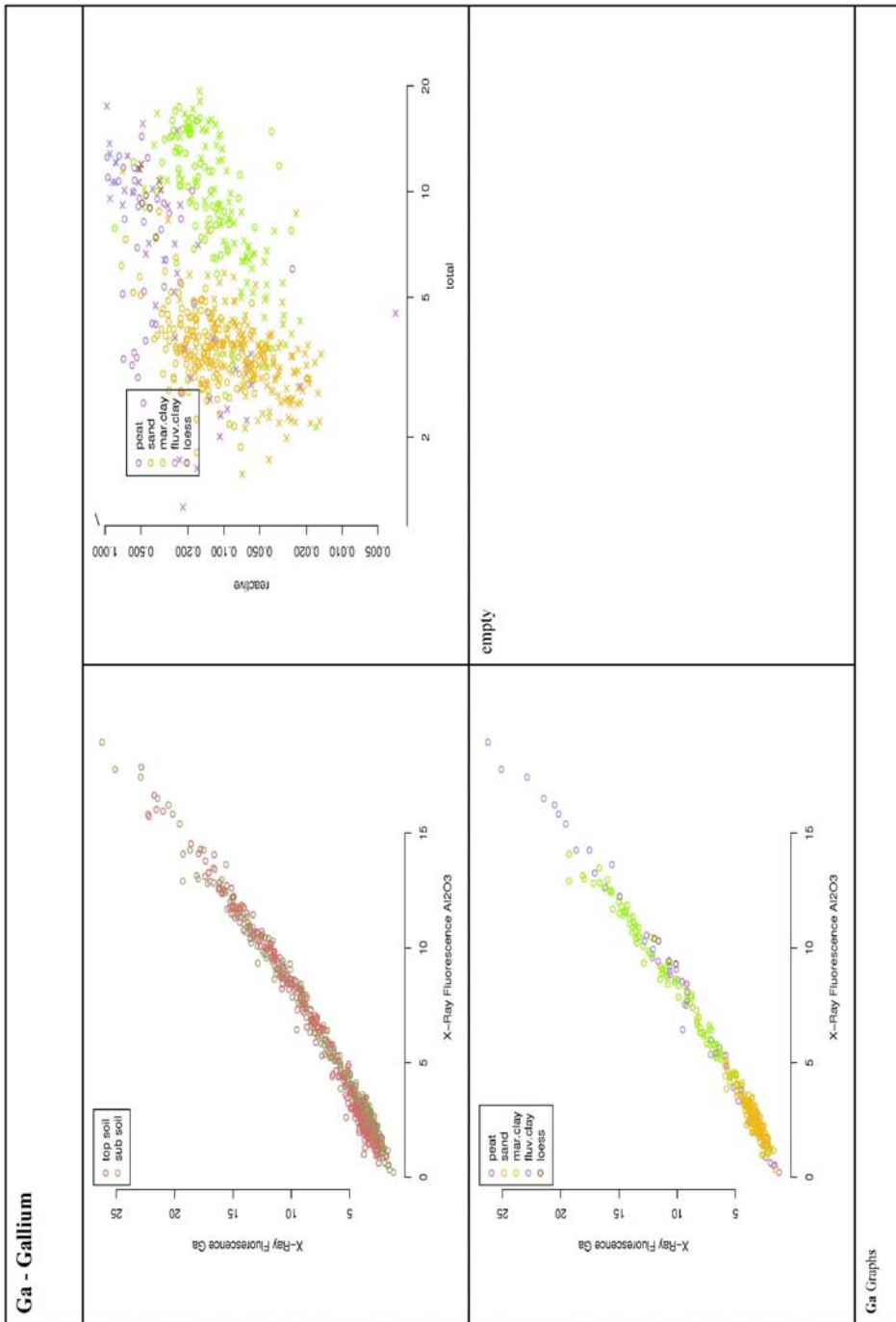


Ga - Gallium

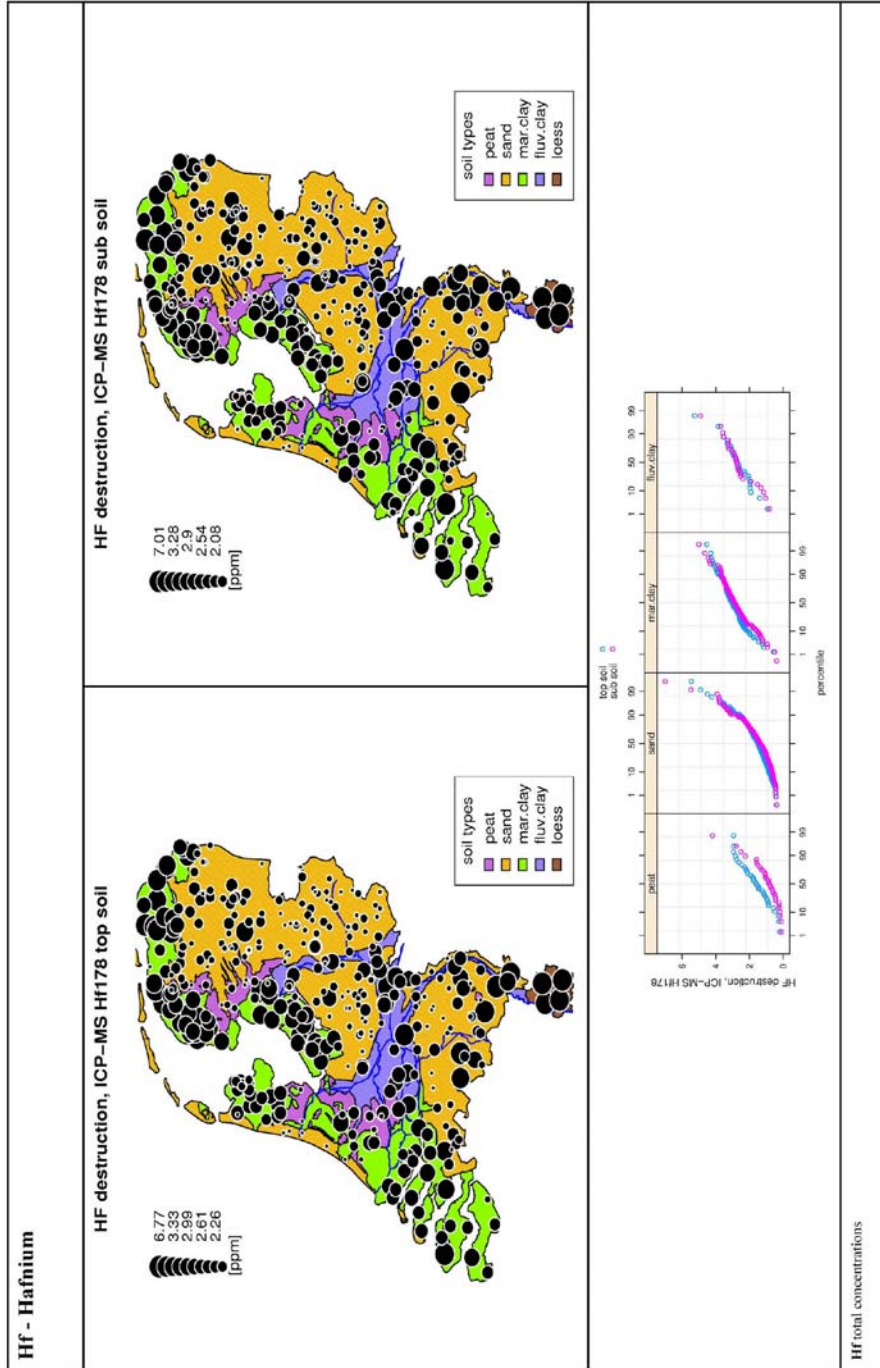


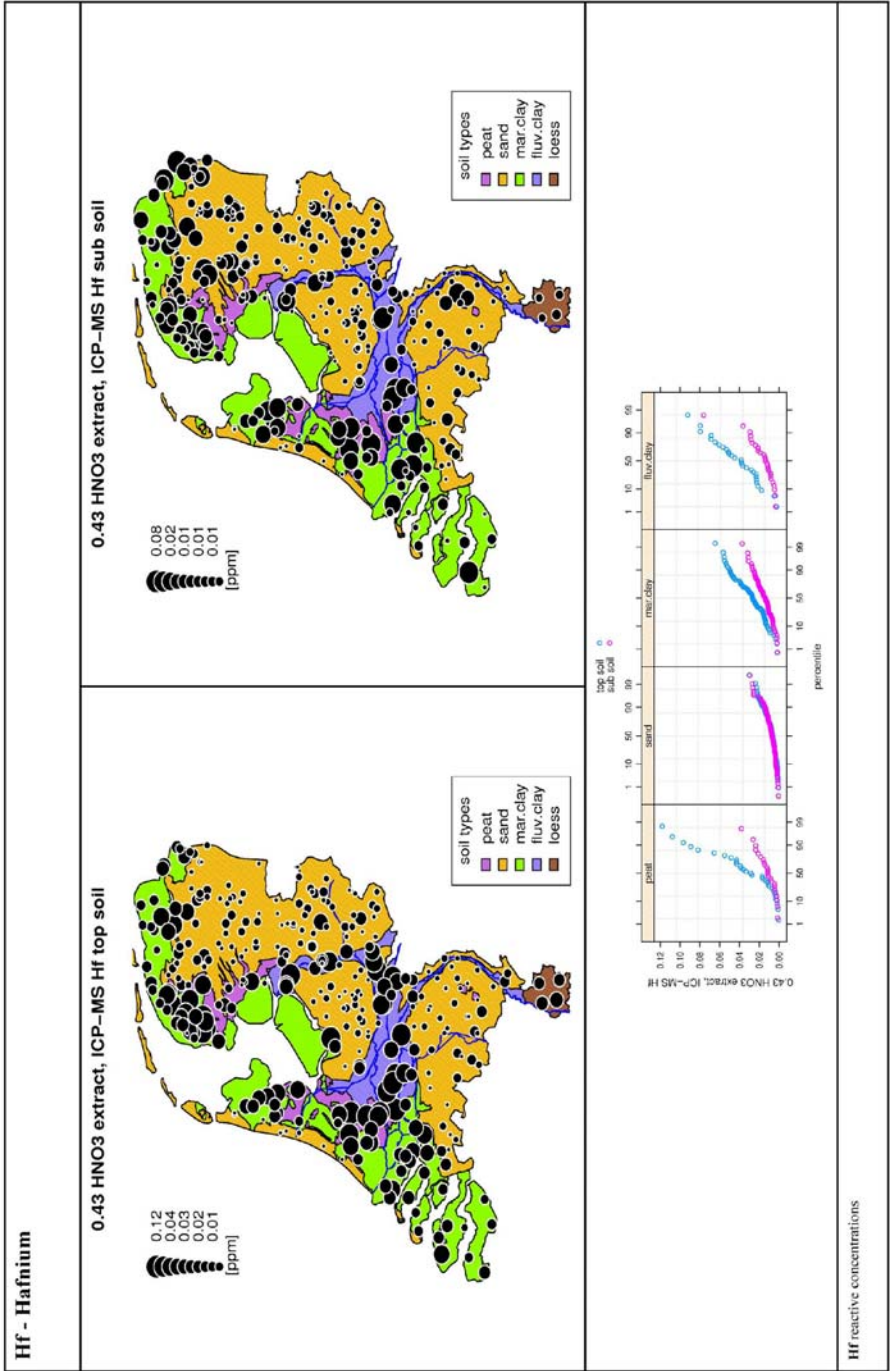


Ga - Gallium										
total concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	2.5	4.19	8.67	6.14	10.97	22.86			
sand	178	1.81	3.16	3.62	0.77	4.18	8.8			
mar.clay	115	2.63	8.05	10.84	4	13.43	17.43			
fluv.clay	28	3.78	8.31	11.99	5.91	16.7	22.3			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	1.26	2.78	3.85	2.72	9.12	14.94			
sand	178	1.57	2.89	3.27	0.65	3.81	11.43			
mar.clay	115	2.14	6.59	9.89	5.27	13.56	19.31			
fluv.clay	28	3.12	9.45	12.48	7.7	18.9	26.23			
reactive concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	26	0.03	0.3	0.46	0.18	0.54	0.94			
sand	172	0.02	0.11	0.16	0.07	0.22	0.72			
mar.clay	80	0.03	0.11	0.17	0.09	0.23	0.83			
fluv.clay	14	0.12	0.32	0.55	0.31	0.66	0.96			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	26	0.02	0.1	0.18	0.11	0.25	0.69			
sand	172	0.01	0.03	0.06	0.03	0.08	0.71			
mar.clay	80	0.02	0.06	0.1	0.06	0.14	0.47			
fluv.clay	14	0.06	0.34	0.65	0.29	0.82	0.97			
Ga summary statistics										

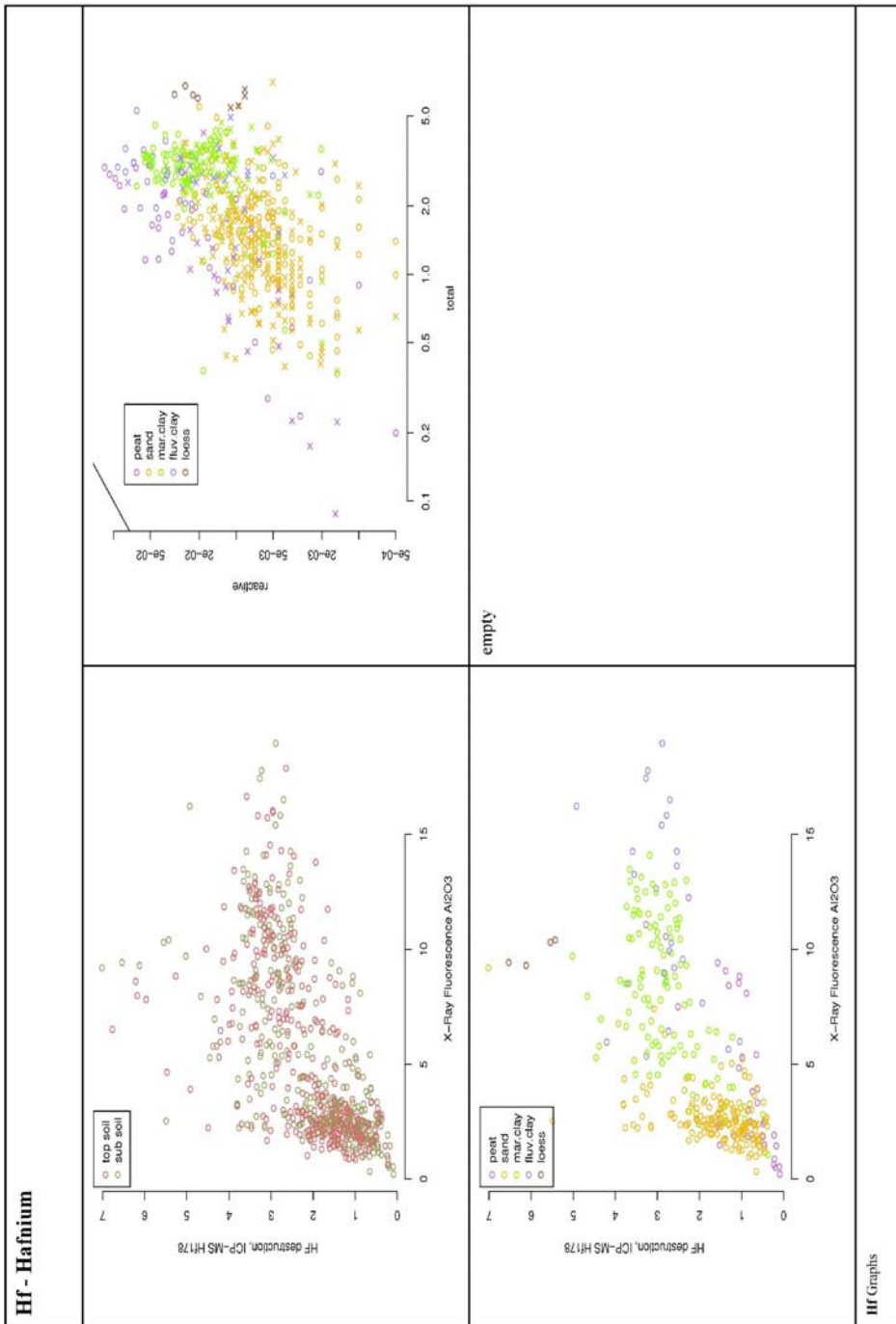


Hf - Hafnium

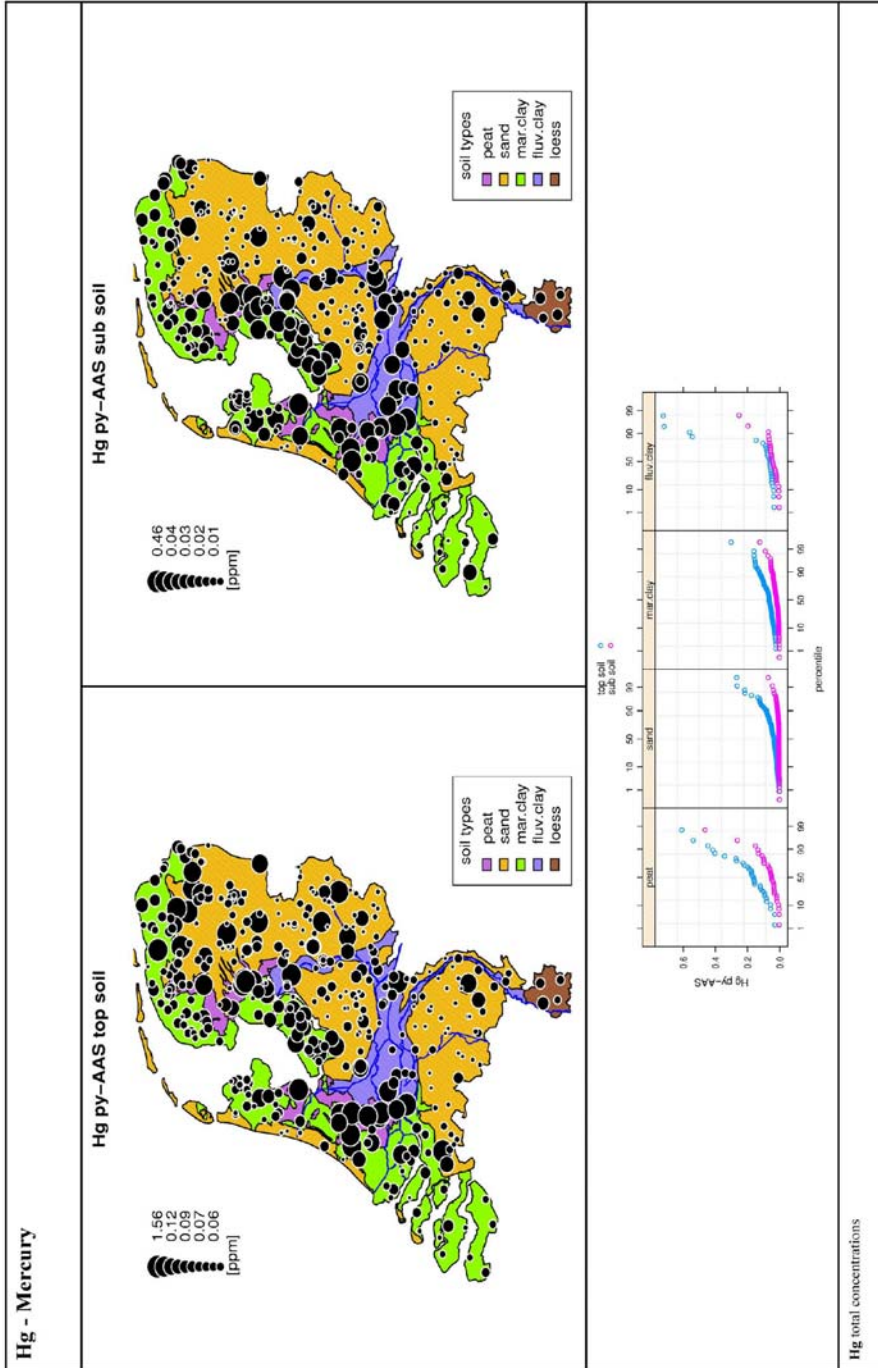




Hf - Hafnium										
total concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.2	0.96	1.6	0.95	2.23	2.95			
sand	178	0.36	1.13	1.5	0.6	1.96	5.47			
mar.clay	115	0.38	2.59	3.03	0.59	3.37	4.54			
fluv.clay	28	0.94	2.05	2.72	0.78	3.09	5.26			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.09	0.46	0.83	0.56	1.3	4.21			
sand	178	0.39	0.93	1.38	0.72	1.91	7.01			
mar.clay	115	0.37	2.36	2.91	0.71	3.36	5.02			
fluv.clay	28	0.82	2.5	2.76	0.61	3.24	4.92			
reactive concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	31	0	0.01	0.03	0.03	0.05	0.12			
sand	168	0	0	0.01	0	0.01	0.03			
mar.clay	80	0	0.02	0.03	0.02	0.04	0.06			
fluv.clay	28	0	0.02	0.04	0.02	0.06	0.09			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	31	0	0	0.01	0.01	0.02	0.04			
sand	168	0	0	0.01	0	0.01	0.03			
mar.clay	80	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04			
fluv.clay	28	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.08			
HF summary statistics										

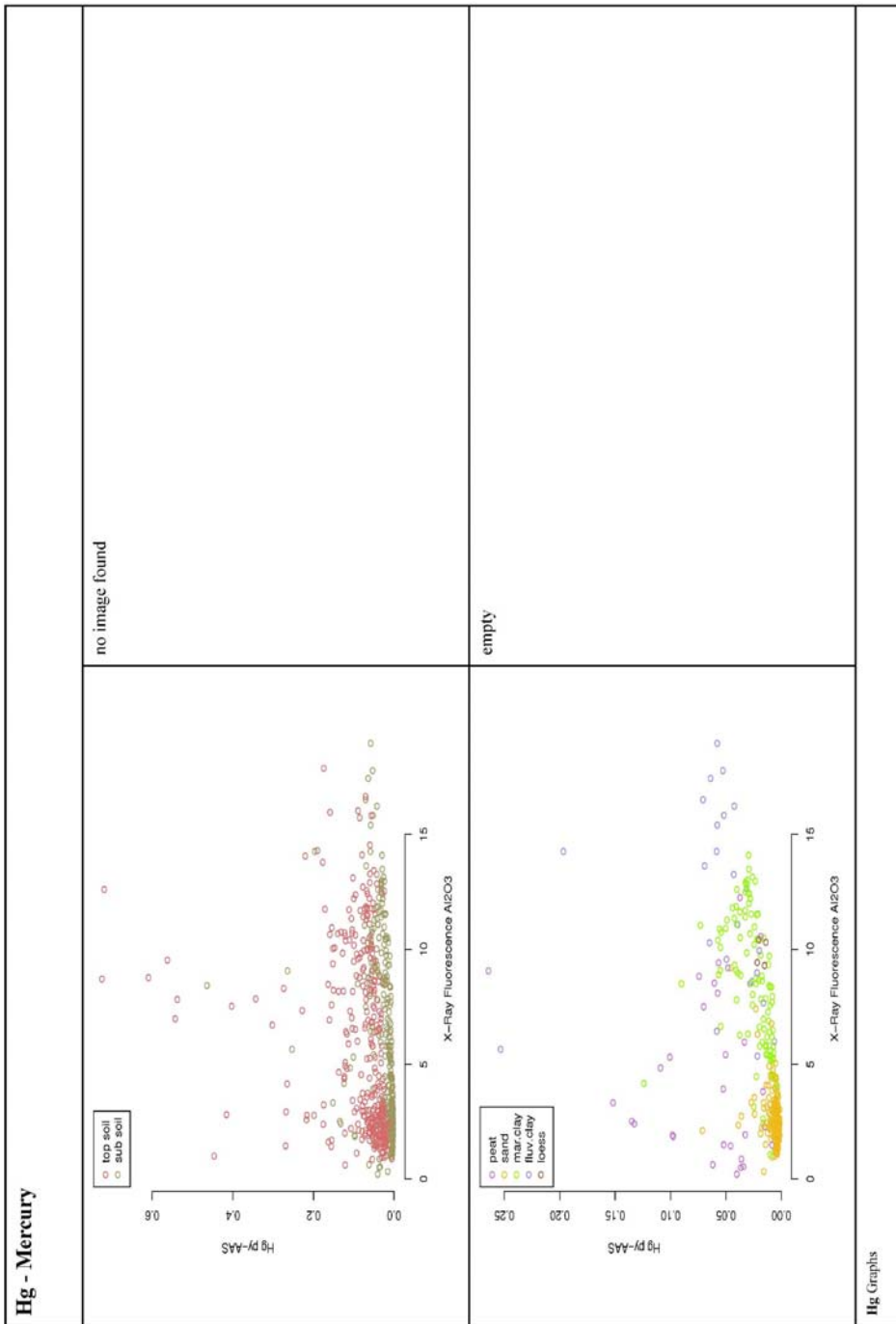


Hg - Mercury

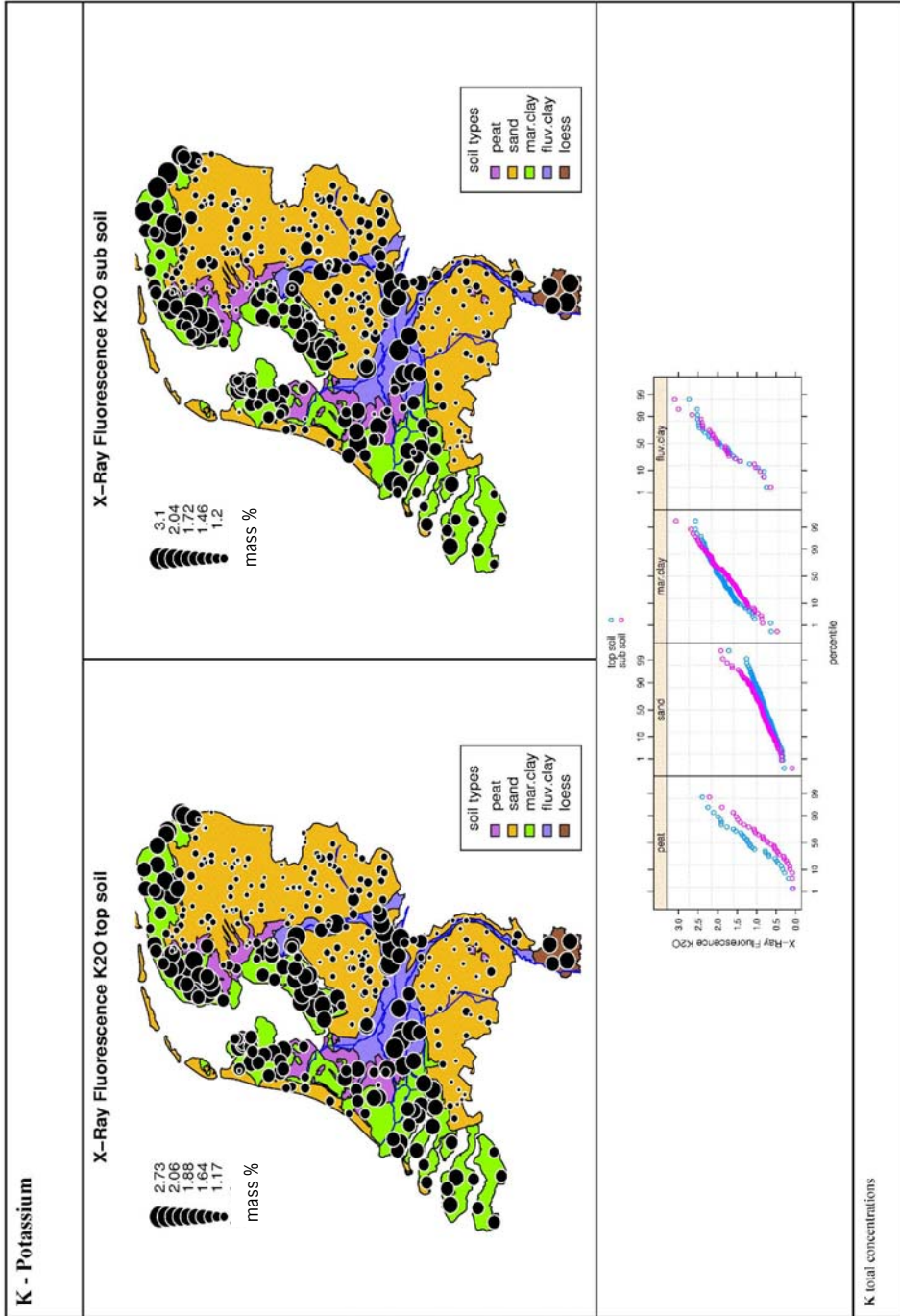


Hg - Mercury	no image found	no image found
no image found	Hg relative concentrations	

Hg - Mercury										
total concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.03	0.1	0.16	0.1	0.23	0.61			
sand	178	0	0.03	0.04	0.02	0.06	1.06			
mar.clay	115	0	0.05	0.07	0.03	0.1	0.3			
fluv.clay	28	0.04	0.05	0.06	0.02	0.09	1.56			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0	0.03	0.05	0.03	0.1	0.46			
sand	178	0	0	0	0	0.01	0.07			
mar.clay	115	0	0.01	0.02	0.02	0.03	0.12			
fluv.clay	28	0	0.02	0.05	0.03	0.06	0.25			
no data found										
Hg summary statistics										

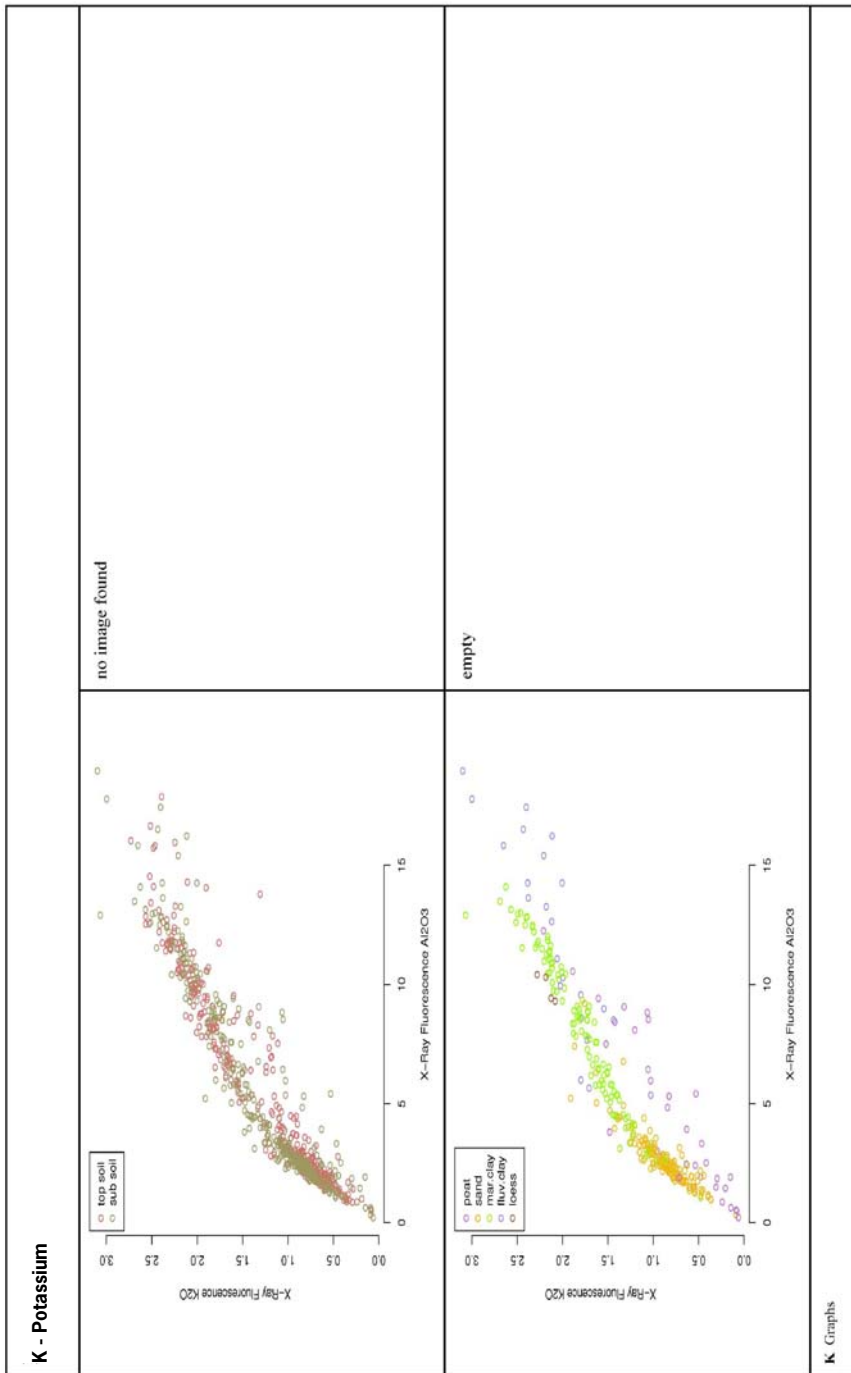


K - Potassium

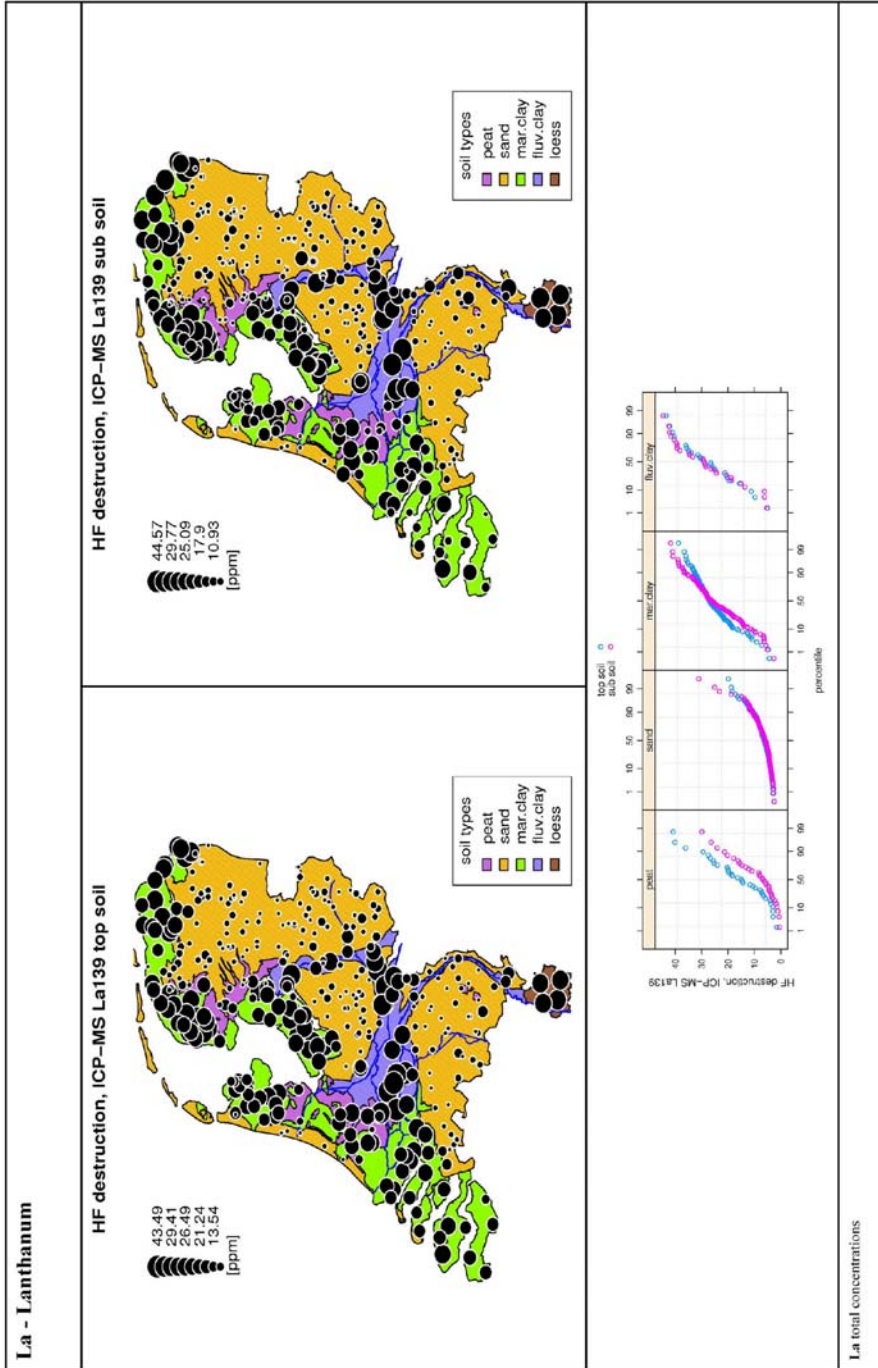


K - Potassium	
no image found	no image found
no image found	
K reactive concentrations	

K - Potassium										
total concentrations										
	n	min	p25	median	mad	p75	max			
topsoil	33	0.09	0.68	1.21	0.77	1.6	2.39			
peat	178	0.29	0.63	0.78	0.2	0.9	1.71			
sand	115	0.63	1.68	1.95	0.35	2.16	2.57			
mar.clay	28	0.75	1.59	1.95	0.61	2.4	2.73			
fluv.clay										
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.06	0.31	0.71	0.6	1.07	2.21			
sand	178	0.09	0.72	0.86	0.22	1.02	1.91			
mar.clay	115	0.48	1.48	1.73	0.47	2.13	3.07			
fluv.clay	28	0.64	1.67	2	0.5	2.25	3.1			
no data found										
K summary statistics										

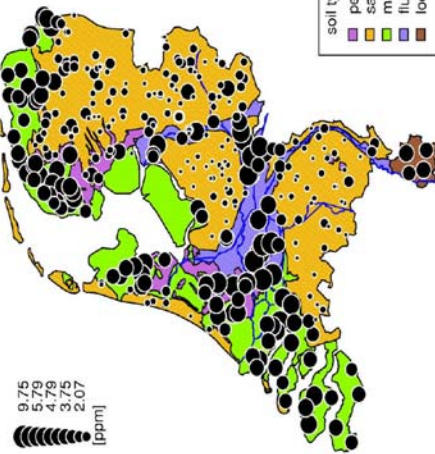


La - Lanthanum

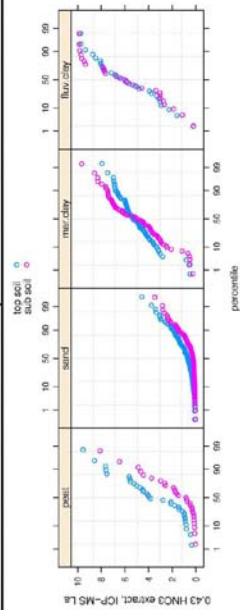
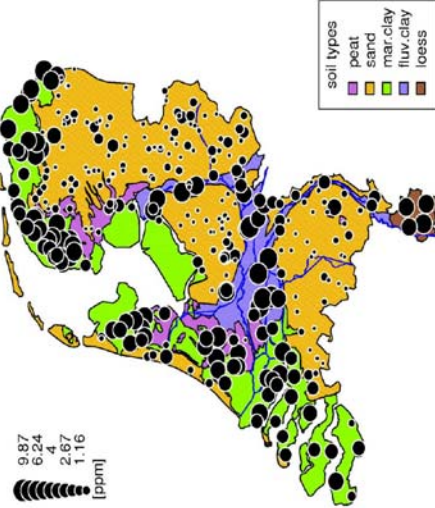


La - Lanthanum

0.43 HNO3 extract, ICP-MS La top soil



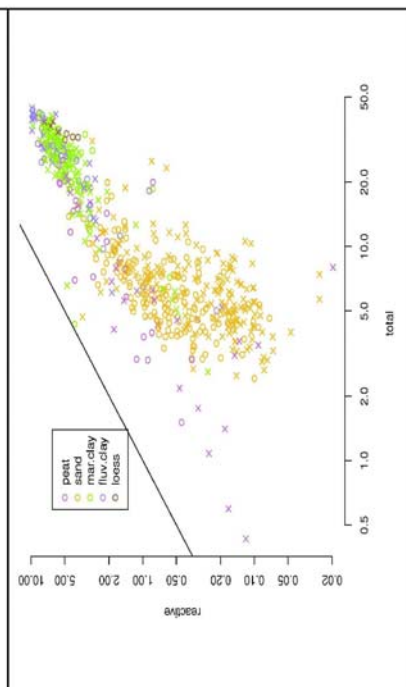
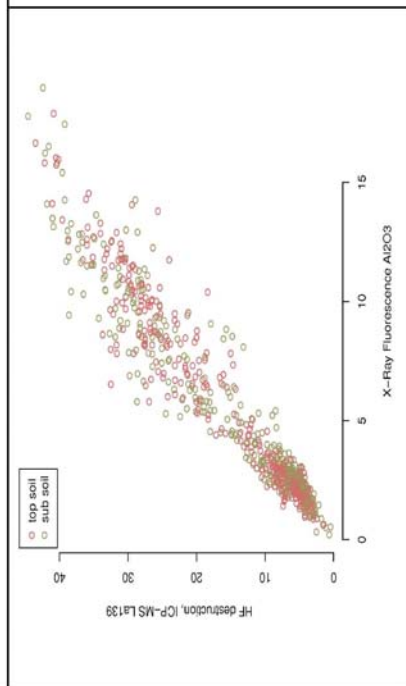
0.43 HNO3 extract, ICP-MS La sub soil



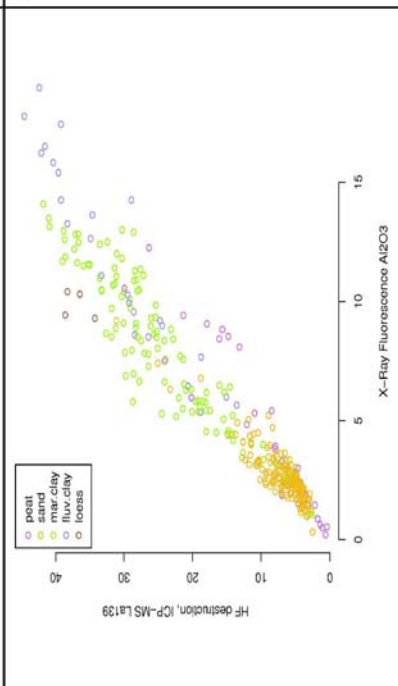
La reactive concentrations

La - Lanthanum										
total concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	1.51	6.97	15.01	12.63	23.99	40.84			
sand	178	2.42	4.74	6.15	2.34	7.97	19.89			
mar.clay	115	4.33	22.32	27.06	5.74	29.88	38.73			
fluv.clay	28	5.02	20.51	27.96	11.52	35.77	43.49			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.43	3.61	6.88	6.97	14.79	29.95			
sand	178	2.49	4.46	5.83	2.37	8.03	31.1			
mar.clay	115	2.59	18.04	26.1	8.76	30.72	41.81			
fluv.clay	28	5.2	20.22	29.1	14.99	39.21	44.57			
reactive concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0.36	1.1	3.91	3.42	5.29	9.54			
sand	172	0.07	0.36	0.68	0.53	1.31	4.57			
mar.clay	80	0.49	4.24	5.31	1.23	5.9	7.86			
fluv.clay	28	0.22	3.65	6.1	3.08	7.97	9.75			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0.02	0.25	0.82	1.07	2.64	8.1			
sand	172	0.03	0.15	0.21	0.17	0.64	3.47			
mar.clay	80	0.26	3.65	5	2.67	6.99	9.65			
fluv.clay	28	0.19	3.03	6.02	4.46	8.62	9.87			
La summary statistics										

La - Lanthanum

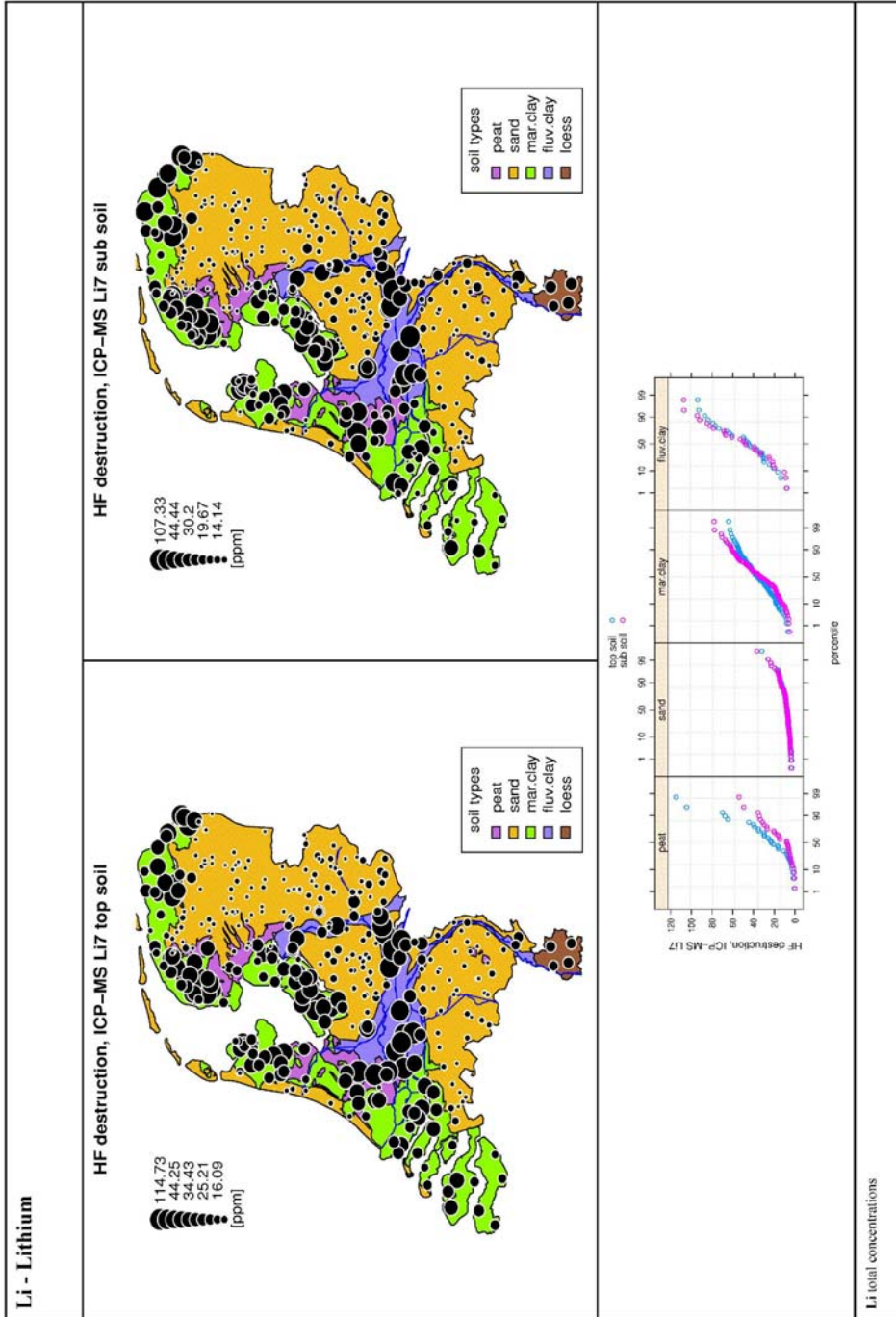


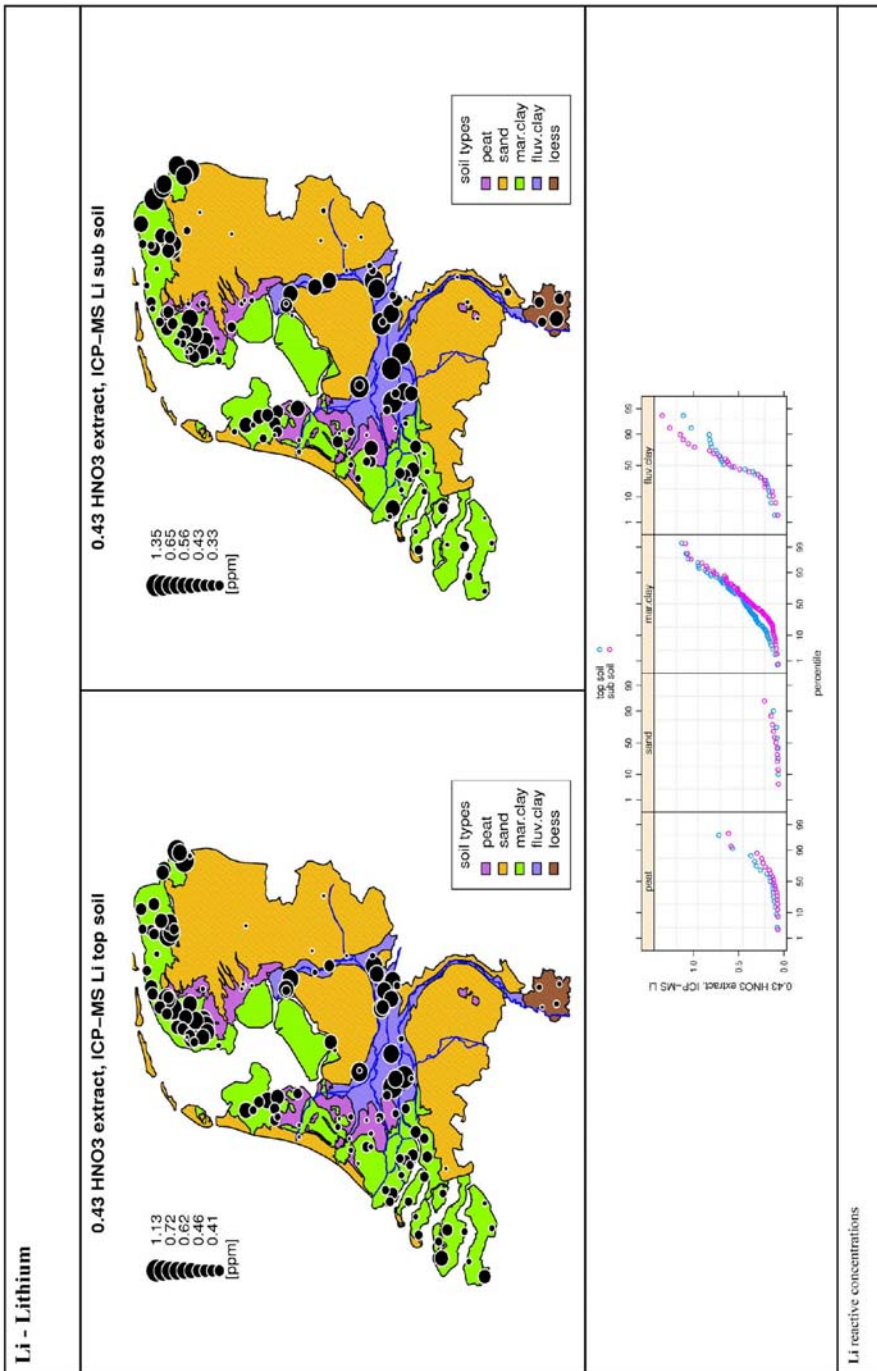
empty



La Graphs

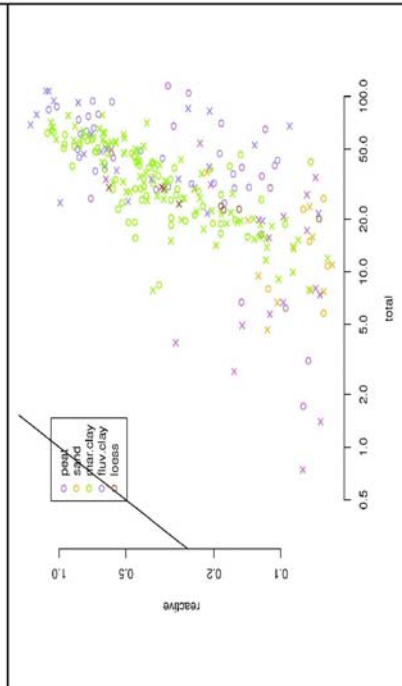
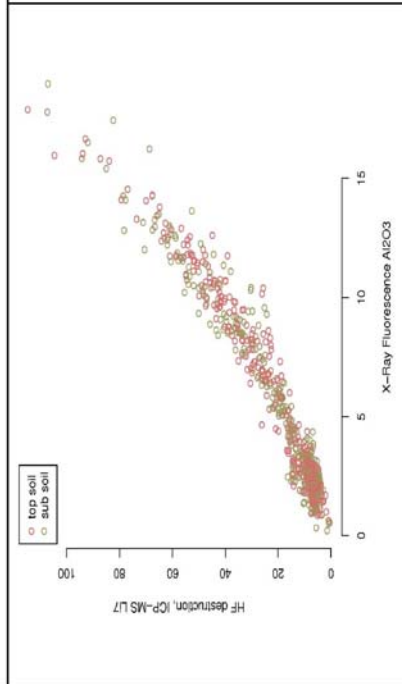
Li - Lithium



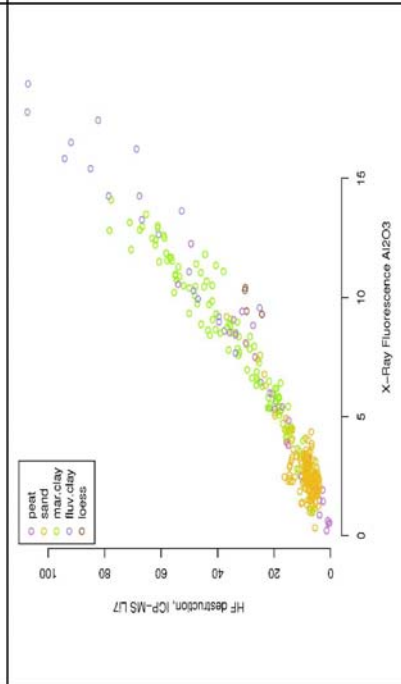


Li - Lithium										
total concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.71	6.69	22.98	24.02	35.31	114.73			
sand	178	3.25	6.09	7.46	2.35	9.55	32.11			
mar.clay	115	6.98	25.39	36.17	16.25	47.03	64.25			
fluv.clay	28	7.81	30.4	44.58	26.15	67.93	93.9			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.33	4.94	7.99	10.36	26.8	54			
sand	178	3.81	6.51	7.71	1.96	9.17	36.85			
mar.clay	115	5.4	18.65	32.88	21.83	49.05	78.28			
fluv.clay	28	8.23	25.05	47.71	33.74	71.23	107.33			
reactive concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	17	0.08	0.11	0.15	0.08	0.3	0.72			
sand	6	0.06	0.06	0.07	0.01	0.08	0.11			
mar.clay	77	0.07	0.3	0.43	0.23	0.62	1.13			
fluv.clay	24	0.1	0.2	0.62	0.36	0.76	1.11			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	17	0.07	0.08	0.11	0.06	0.23	0.61			
sand	6	0.09	0.1	0.11	0.02	0.12	0.13			
mar.clay	77	0.06	0.17	0.36	0.29	0.53	1.09			
fluv.clay	24	0.09	0.24	0.61	0.56	0.9	1.35			
Li summary statistics										

Li - Lithium

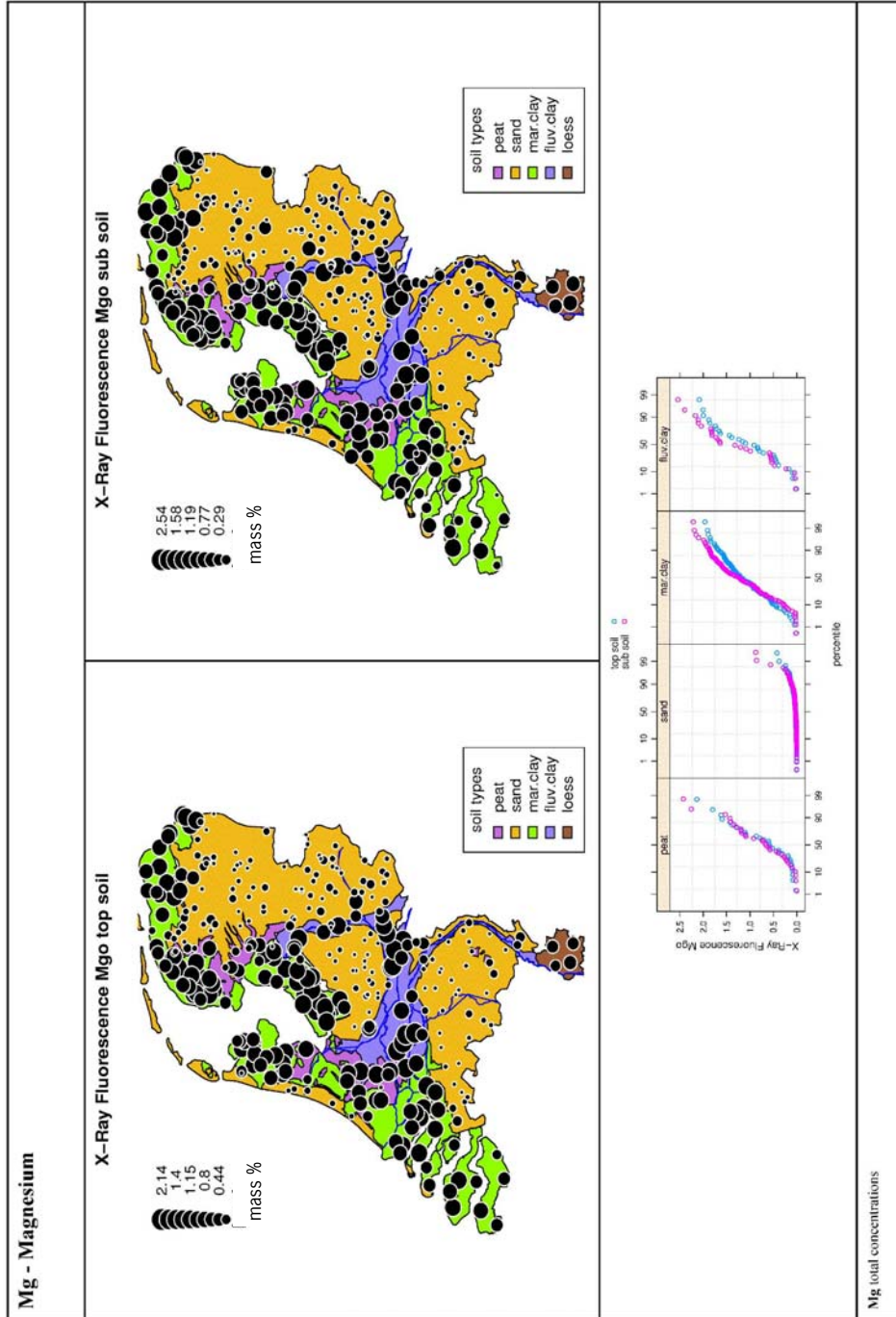


empty



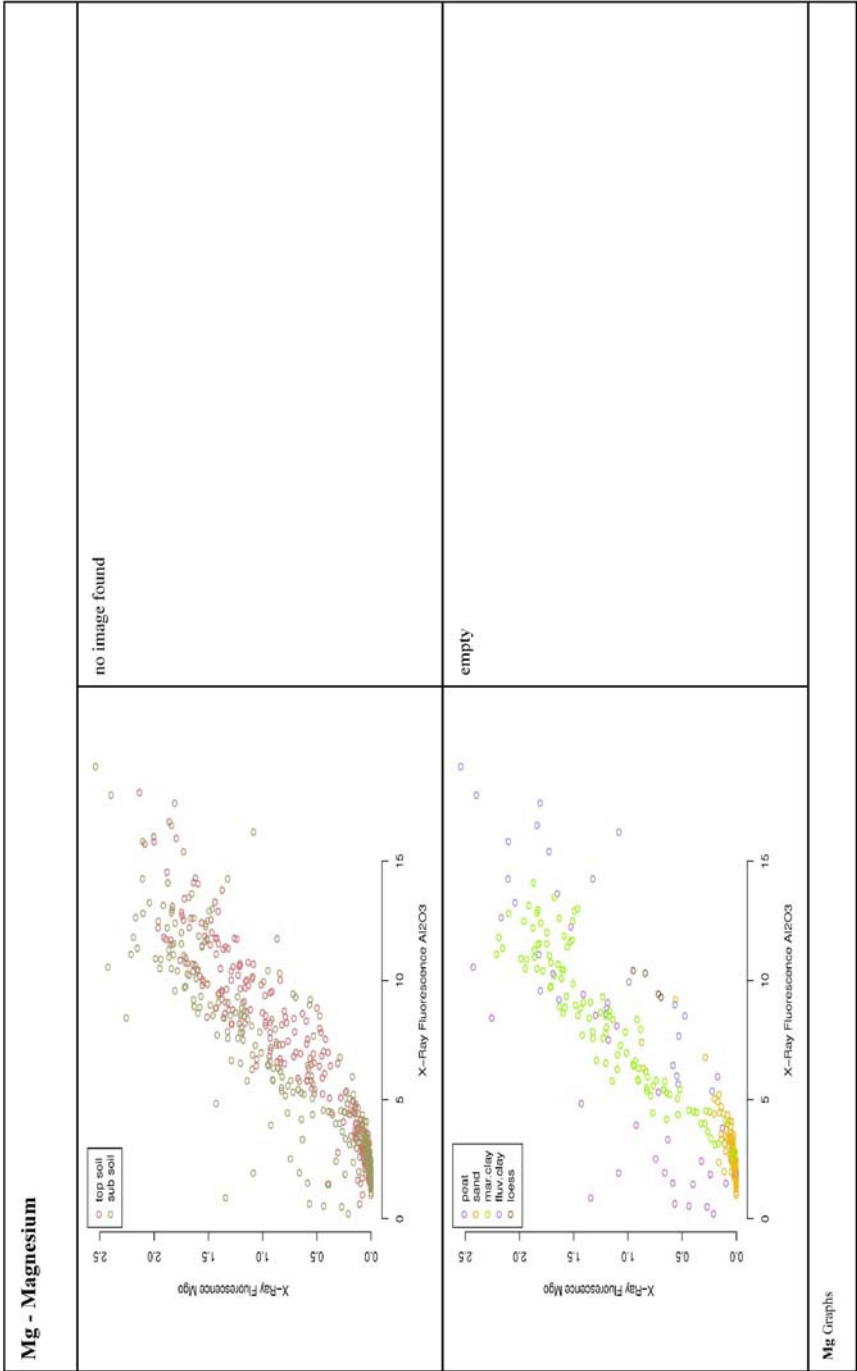
Li Graphs

Mg - Magnesium

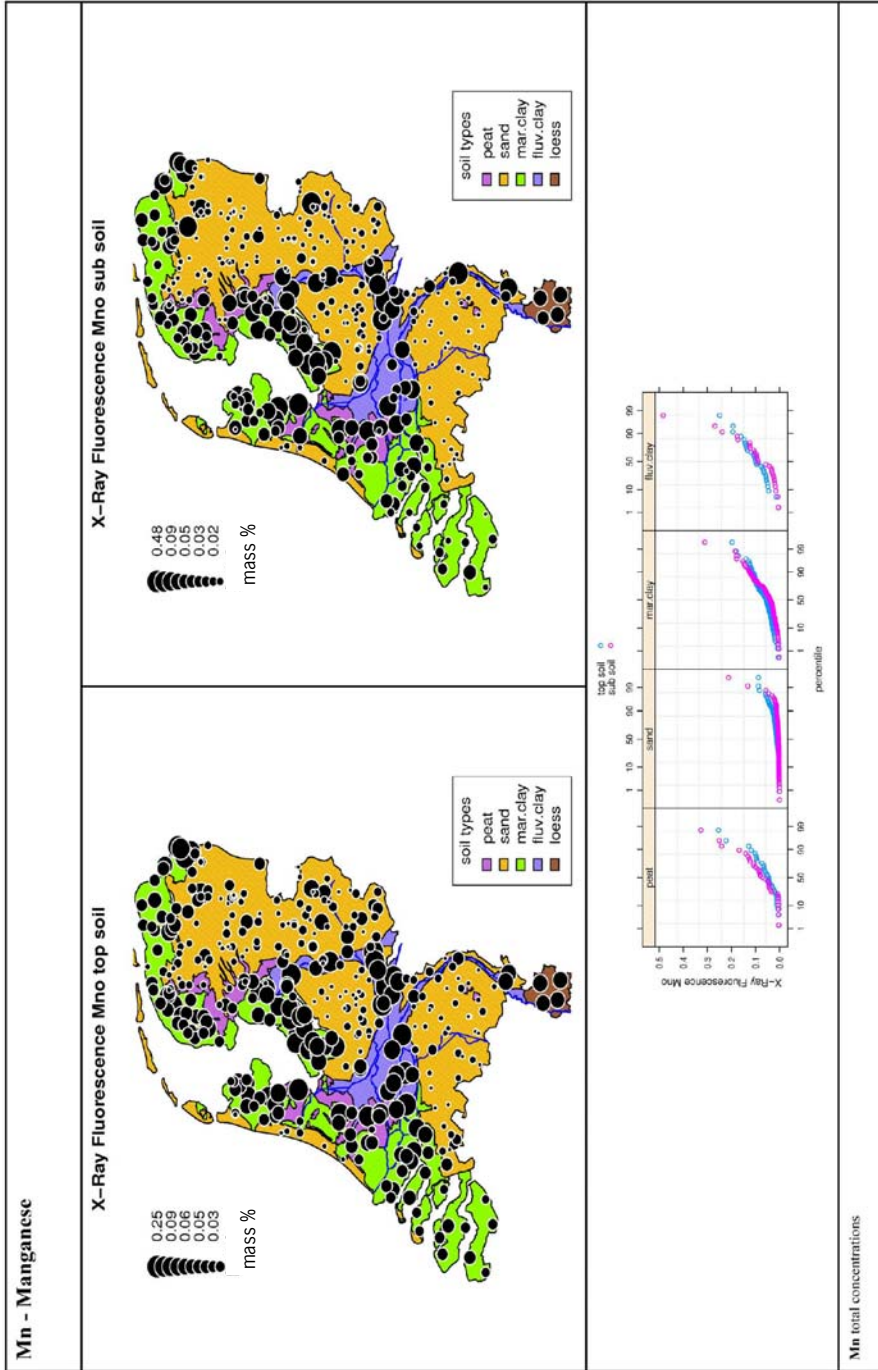


Mg - Magnesium	
no image found	no image found
no image found	
Mg reactive concentrations	

Mg - Magnesium										
total concentrations										
	n	min	p25	median	mad	p75	max			
topsoil	31	0.01	0.16	0.59	0.71	1.15	2.14			
peat	153	0	0.01	0.03	0.02	0.05	0.42			
sand	115	0.02	0.82	1.21	0.45	1.45	1.96			
mar.clay	28	0	0.47	1.01	0.87	1.68	2.08			
fluv.clay	28	0	0.47	1.01	0.87	1.68	2.08			
	n	min	p25	median	mad	p75	max			
subsoil	31	0.02	0.3	0.67	0.68	1.19	2.42			
peat	153	0	0.01	0.03	0.03	0.05	0.87			
sand	115	0.01	0.8	1.23	0.63	1.64	2.21			
mar.clay	28	0.03	0.55	1.48	0.93	1.82	2.54			
fluv.clay	28	0.03	0.55	1.48	0.93	1.82	2.54			
no data found										
Mg summary statistics										

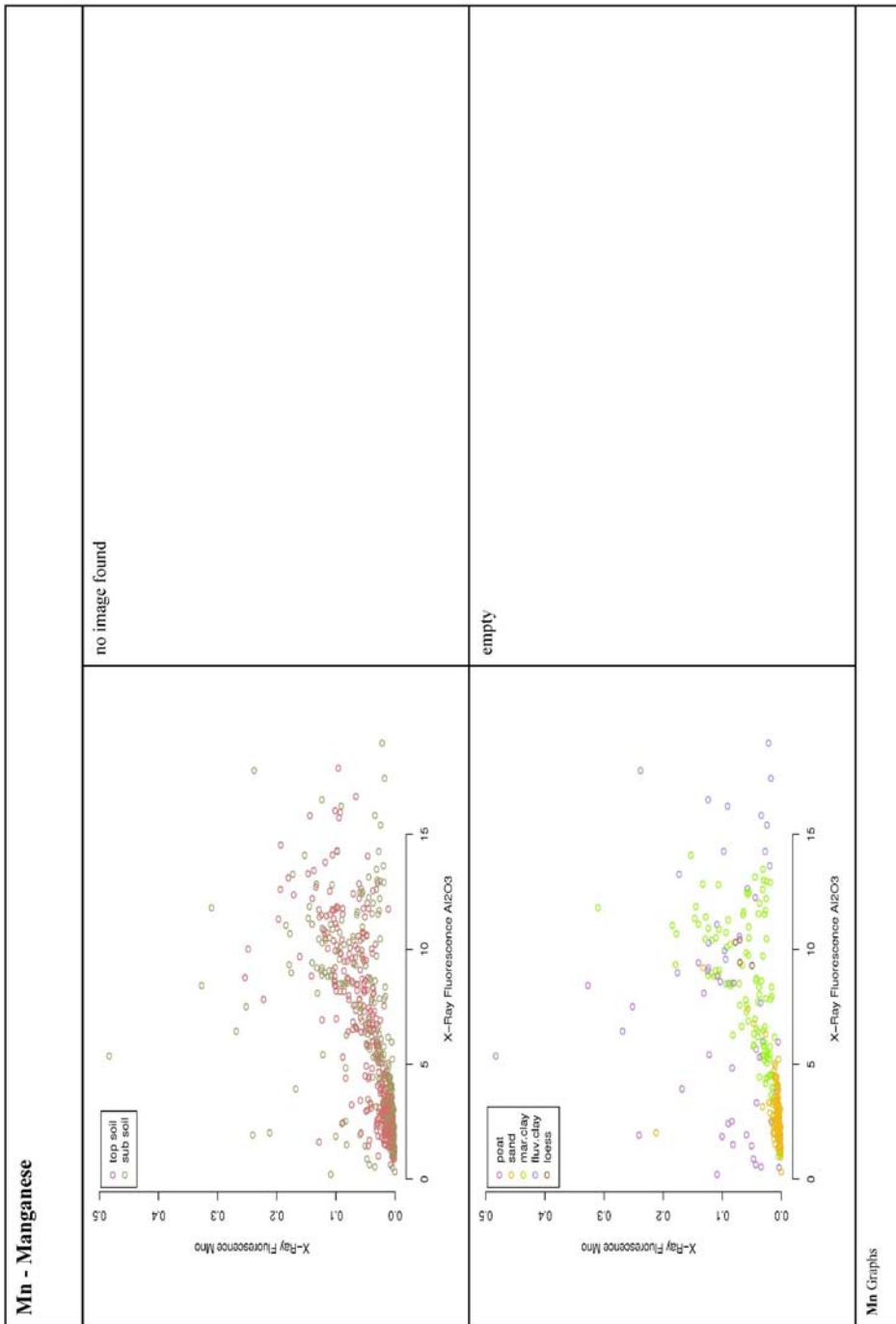


Mn - Manganese

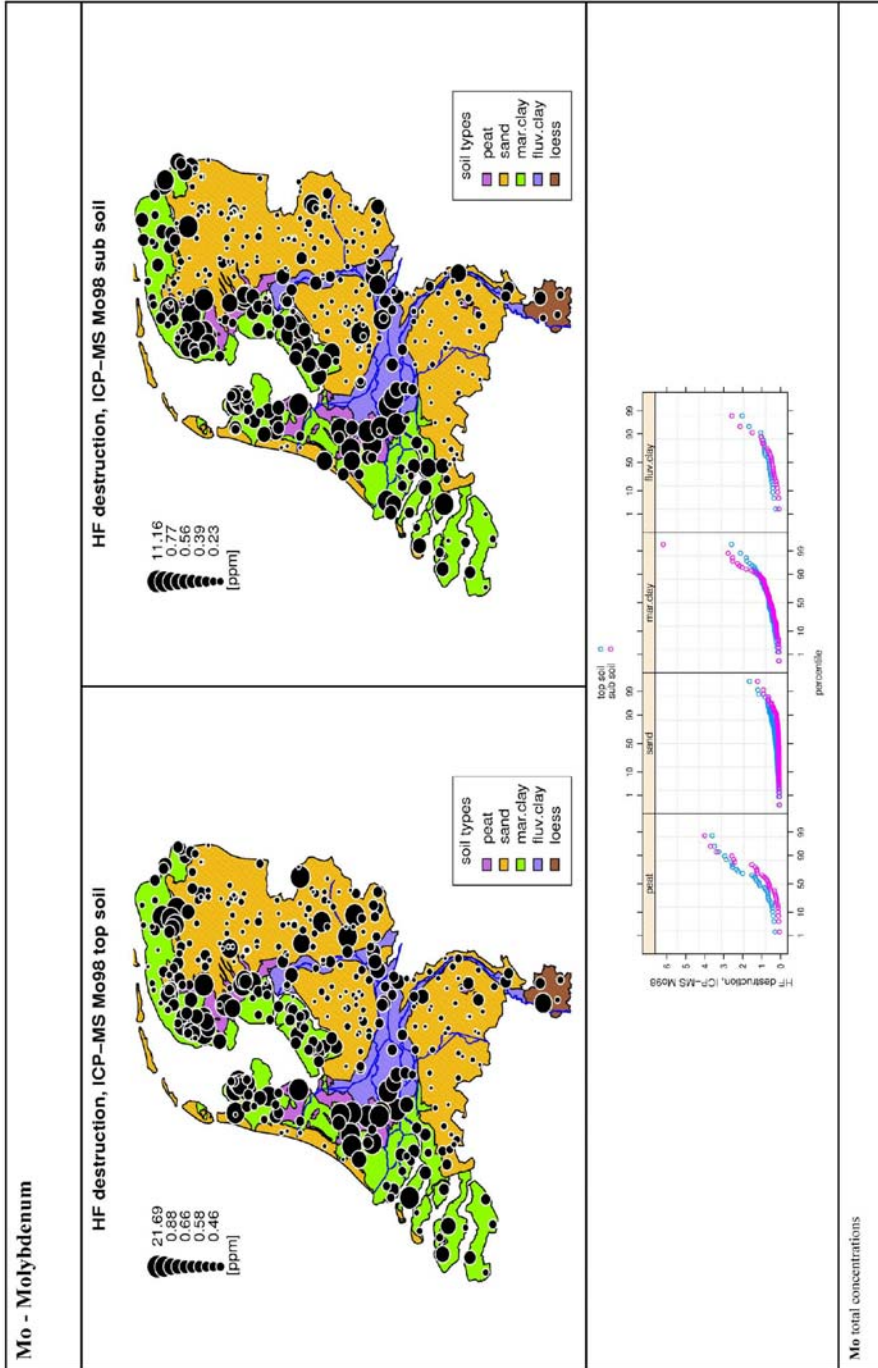


Mn - Manganese	no image found	no image found
no image found	Mn reactive concentrations	

Mn - Manganese										
total concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0	0.02	0.05	0.04	0.07	0.25			
sand	178	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.09			
mar.clay	115	0.01	0.04	0.05	0.03	0.09	0.2			
fluv.clay	28	0.01	0.06	0.1	0.06	0.14	0.25			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0	0.03	0.07	0.06	0.11	0.33			
sand	178	0	0	0.01	0	0.01	0.21			
mar.clay	115	0	0.02	0.04	0.03	0.08	0.31			
fluv.clay	28	0.01	0.03	0.09	0.09	0.12	0.48			
no data found										
Mn summary statistics										

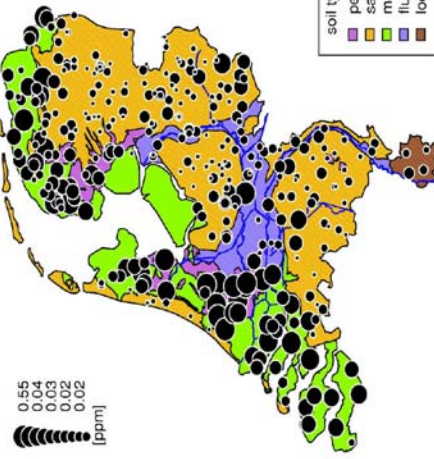


Mo - Molybdenum

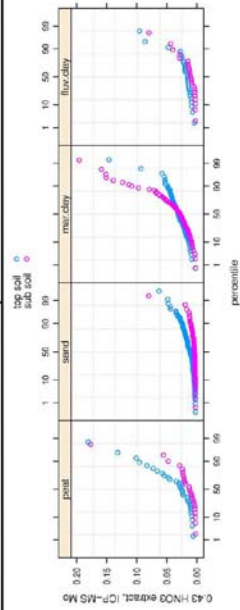
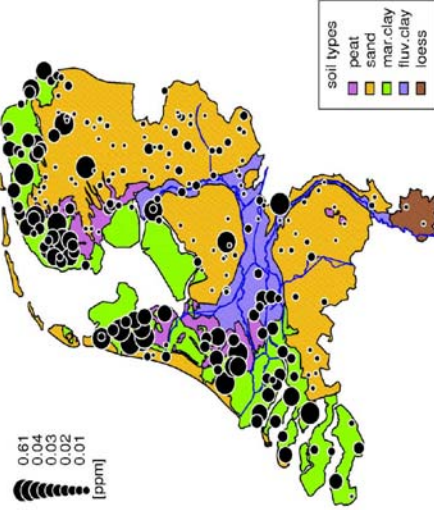


Mo - Molybdenum

0.43 HNO3 extract, ICP-MS Mo top soil



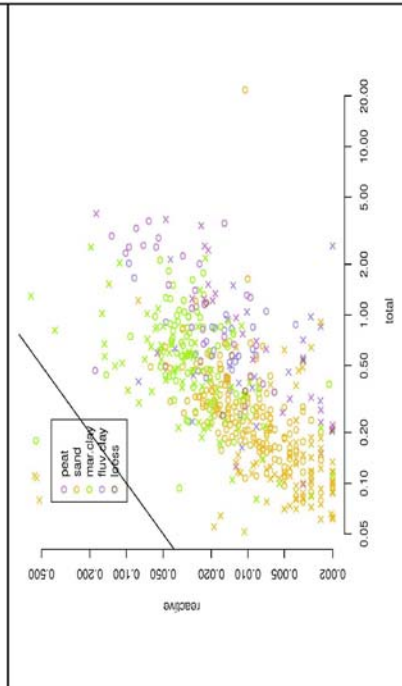
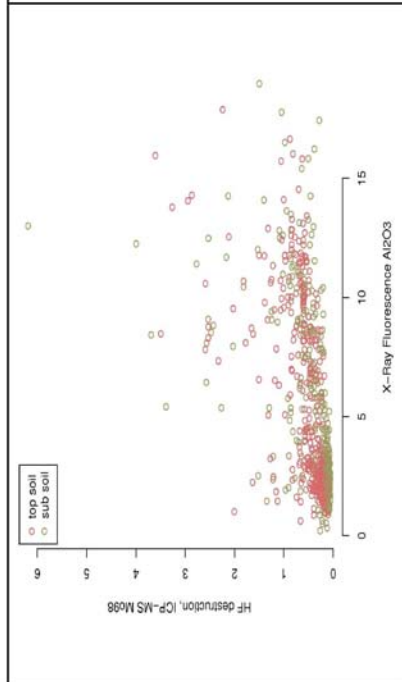
0.43 HNO3 extract, ICP-MS Mo sub soil



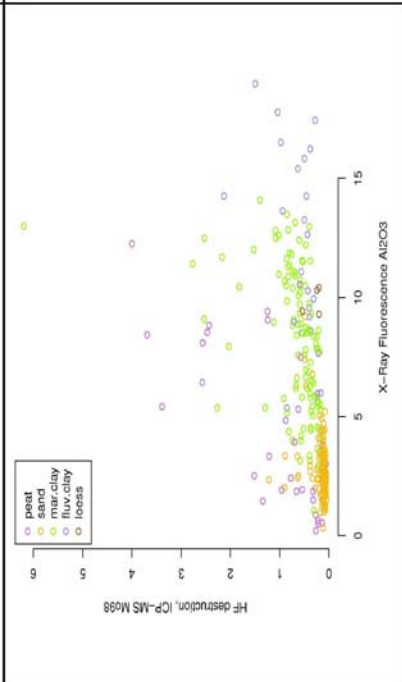
Mo reactive concentrations

Mo - Molybdenum										
total concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.29	0.65	1.12	0.97	2.32	3.61			
sand	178	0.08	0.18	0.26	0.12	0.35	21.69			
mar.clay	115	0.09	0.44	0.6	0.27	0.84	2.59			
fluv.clay	28	0.26	0.51	0.6	0.26	0.84	2.03			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.06	0.23	0.62	0.72	1.25	4			
sand	178	0.05	0.08	0.11	0.04	0.14	1.22			
mar.clay	115	0.08	0.35	0.54	0.32	0.79	11.16			
fluv.clay	28	0.09	0.3	0.45	0.3	0.74	2.57			
reactive concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0.01	0.01	0.03	0.02	0.06	0.18			
sand	170	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.06			
mar.clay	79	0	0.02	0.03	0.02	0.04	0.55			
fluv.clay	28	0	0.01	0.02	0.01	0.02	0.1			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0	0	0.01	0.01	0.02	0.18			
sand	170	0	0	0	0	0.01	0.57			
mar.clay	79	0	0.02	0.03	0.02	0.06	0.61			
fluv.clay	28	0	0	0.01	0.01	0.01	0.08			
Mo summary statistics										

Mo - Molybdenum

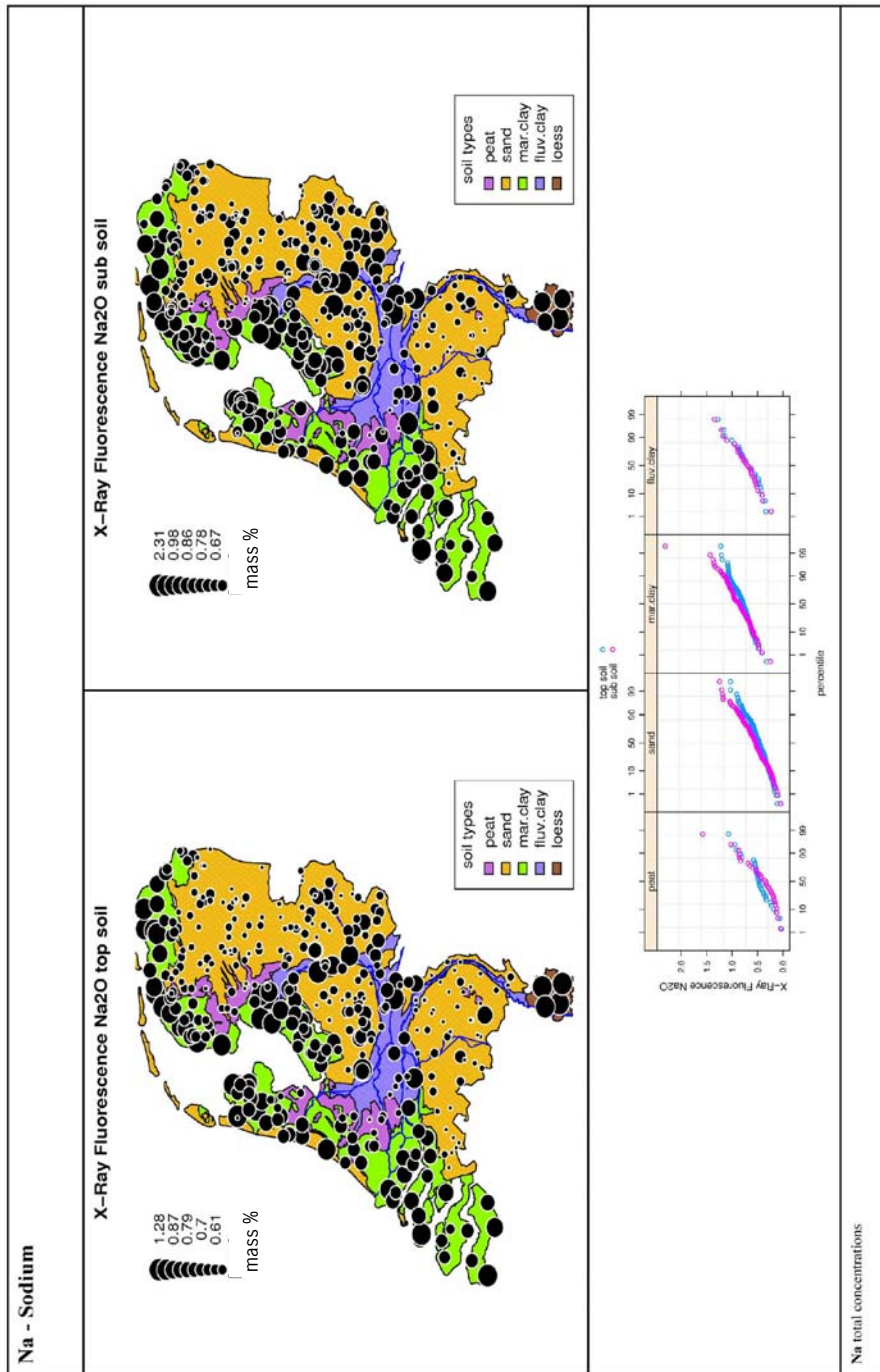


empty



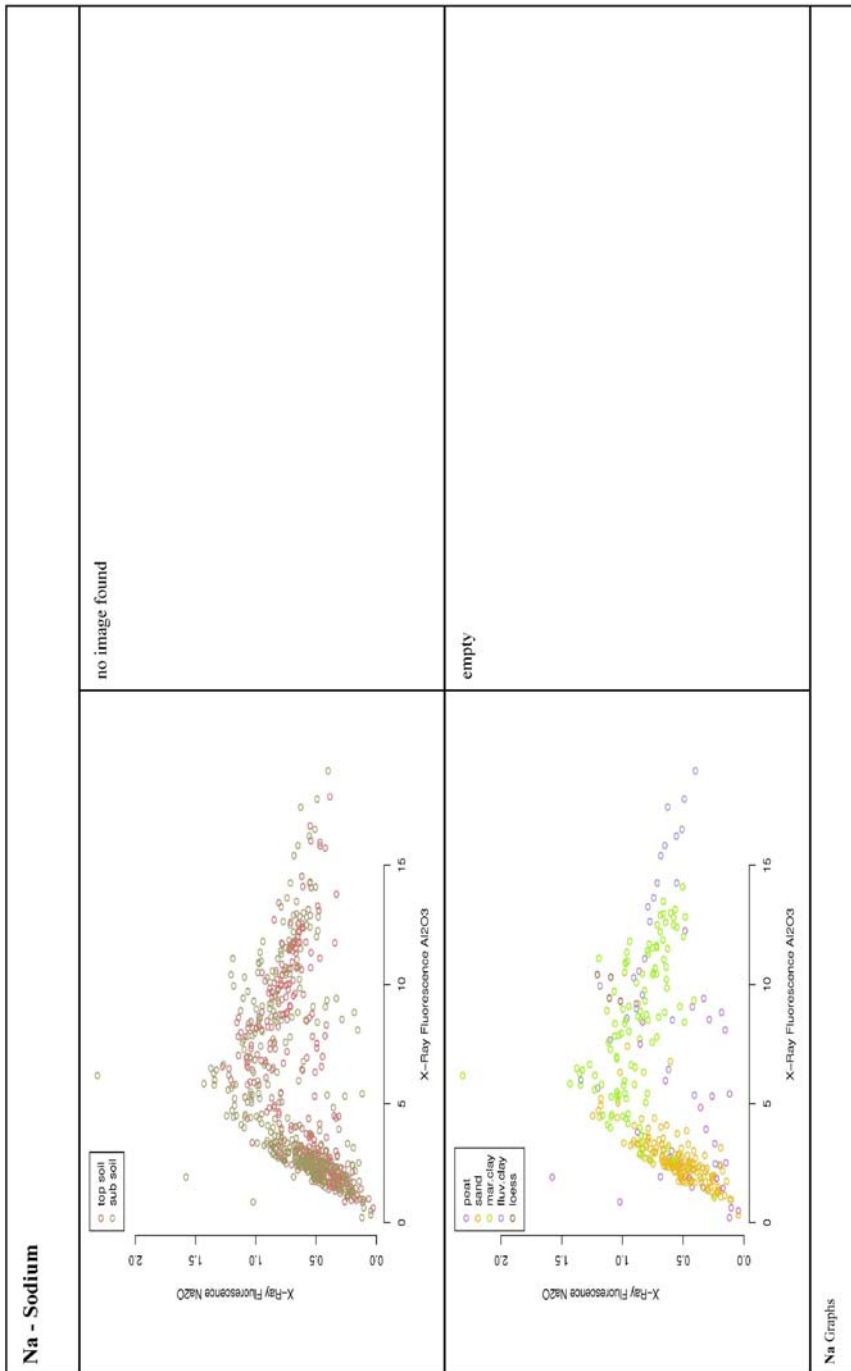
Mo Graphs

Na - Sodium

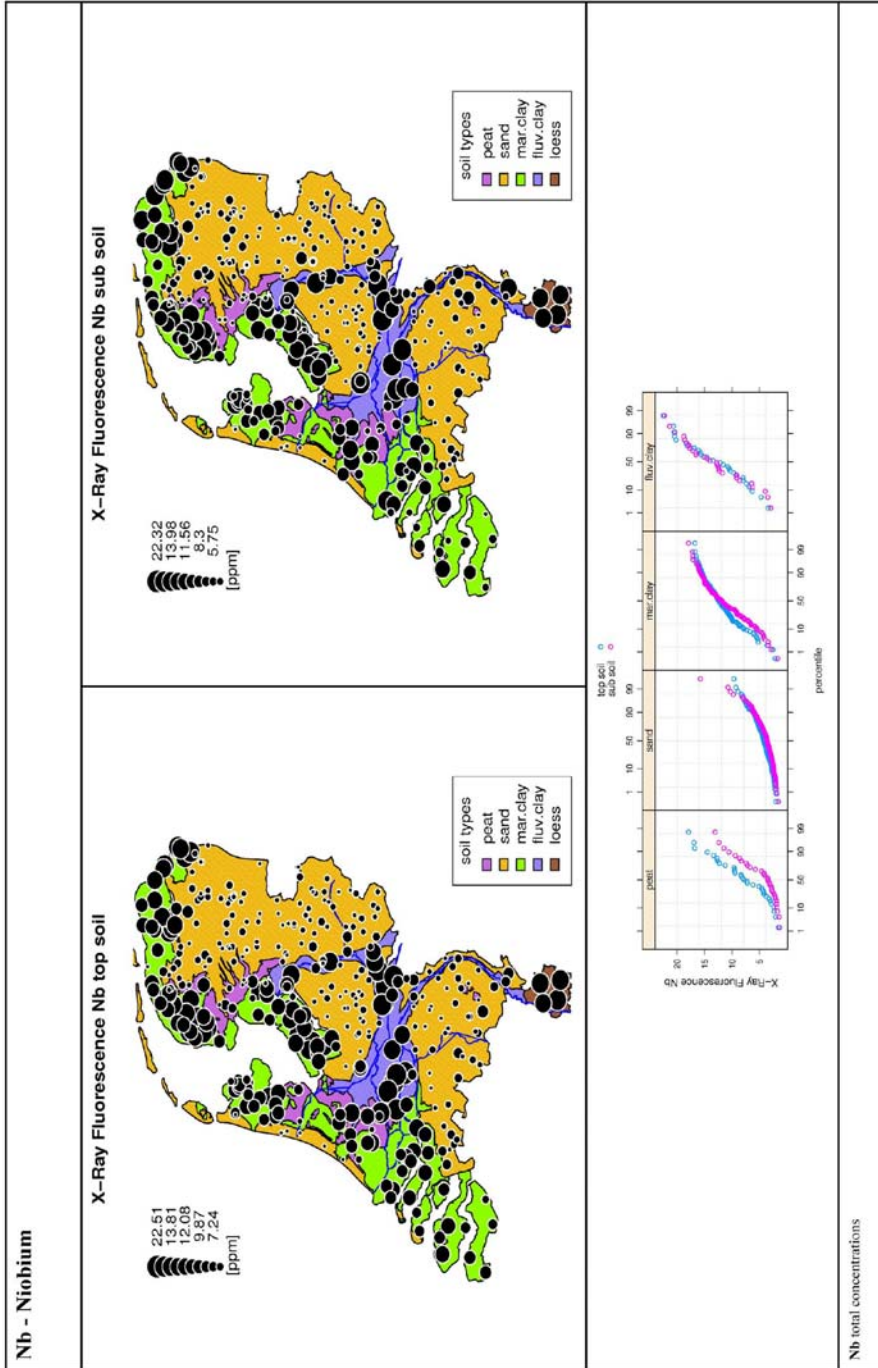


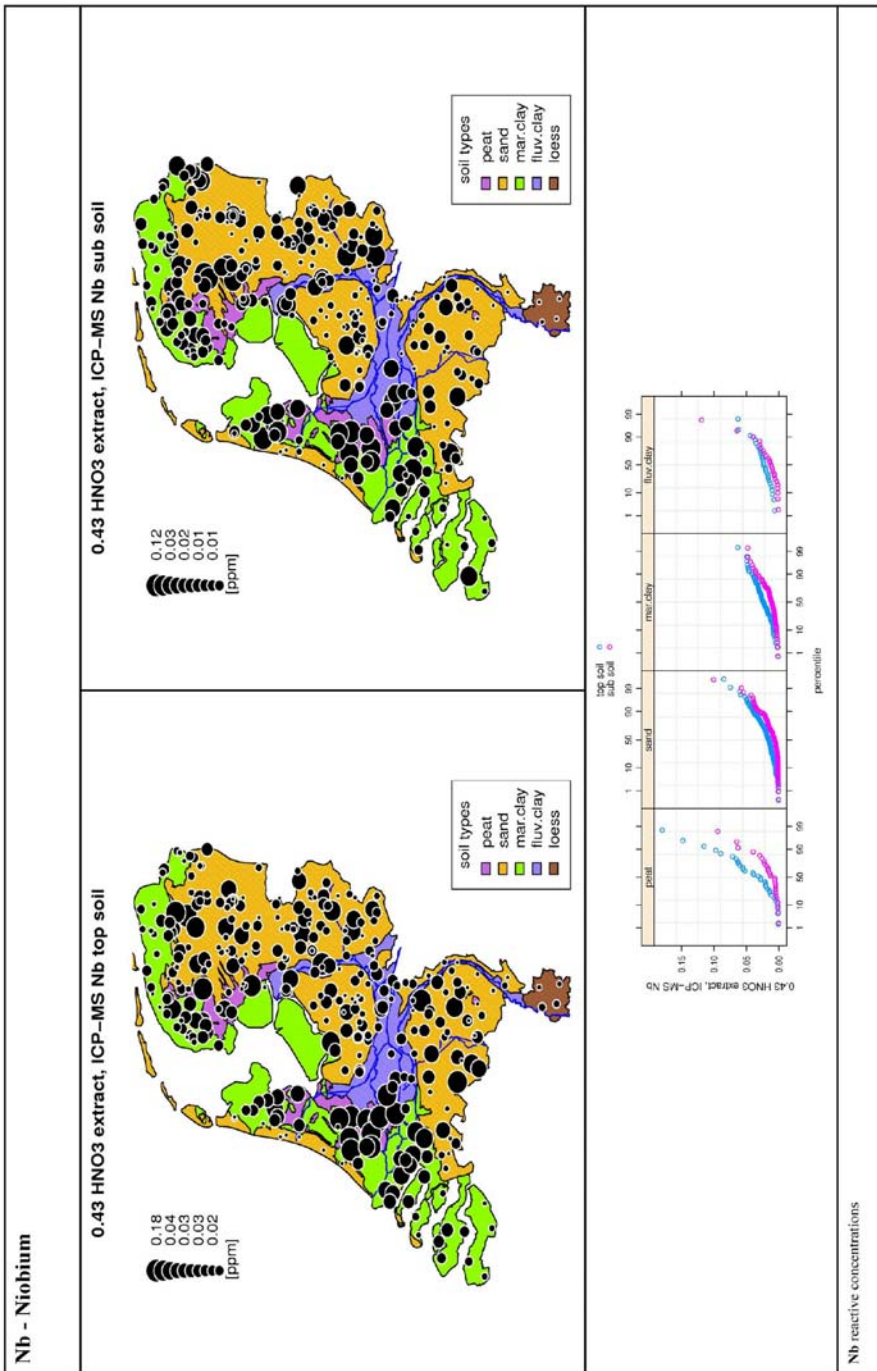
<p>Na - Sodium</p>	<p>no image found</p>	<p>no image found</p>
<p>no image found</p>	<p>Na reactive concentrations</p>	

Na - Sodium										
total concentrations										
	n	min	p25	median	mad	p75	max			
topsoil	33	0.03	0.34	0.47	0.12	0.54	1.07			
peat	178	0.11	0.35	0.46	0.16	0.57	1.03			
sand	115	0.32	0.68	0.78	0.17	0.91	1.22			
mar.clay	28	0.34	0.49	0.7	0.24	0.85	1.28			
fluv.clay	n	min	p25	median	mad	p75	max			
subsoil	33	0.05	0.19	0.34	0.27	0.61	1.58			
peat	178	0.05	0.41	0.53	0.19	0.67	1.24			
sand	115	0.25	0.71	0.85	0.24	1.03	2.31			
mar.clay	28	0.24	0.56	0.7	0.24	0.88	1.34			
fluv.clay										
no data found										
Na summary statistics										



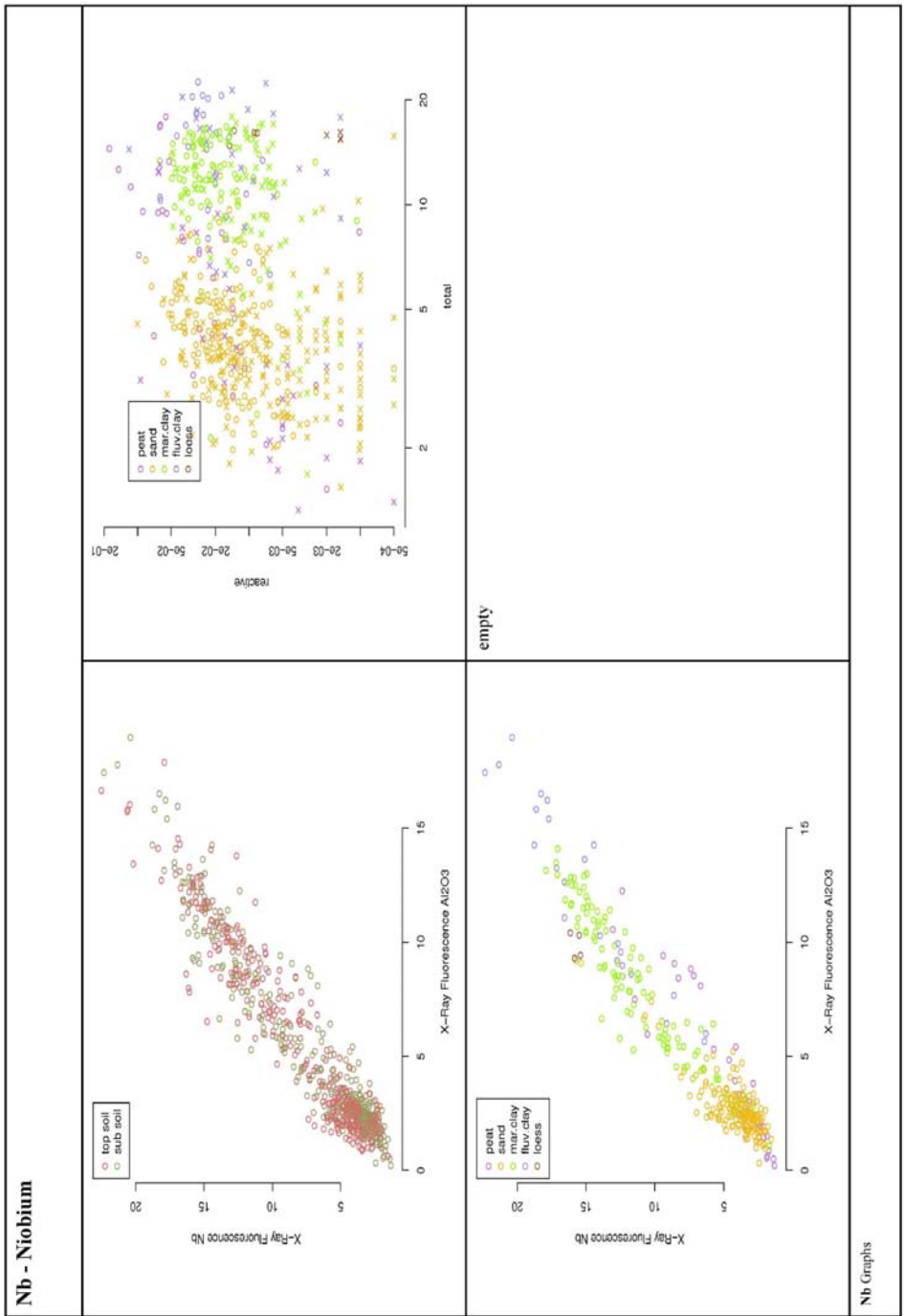
Nb - Niobium



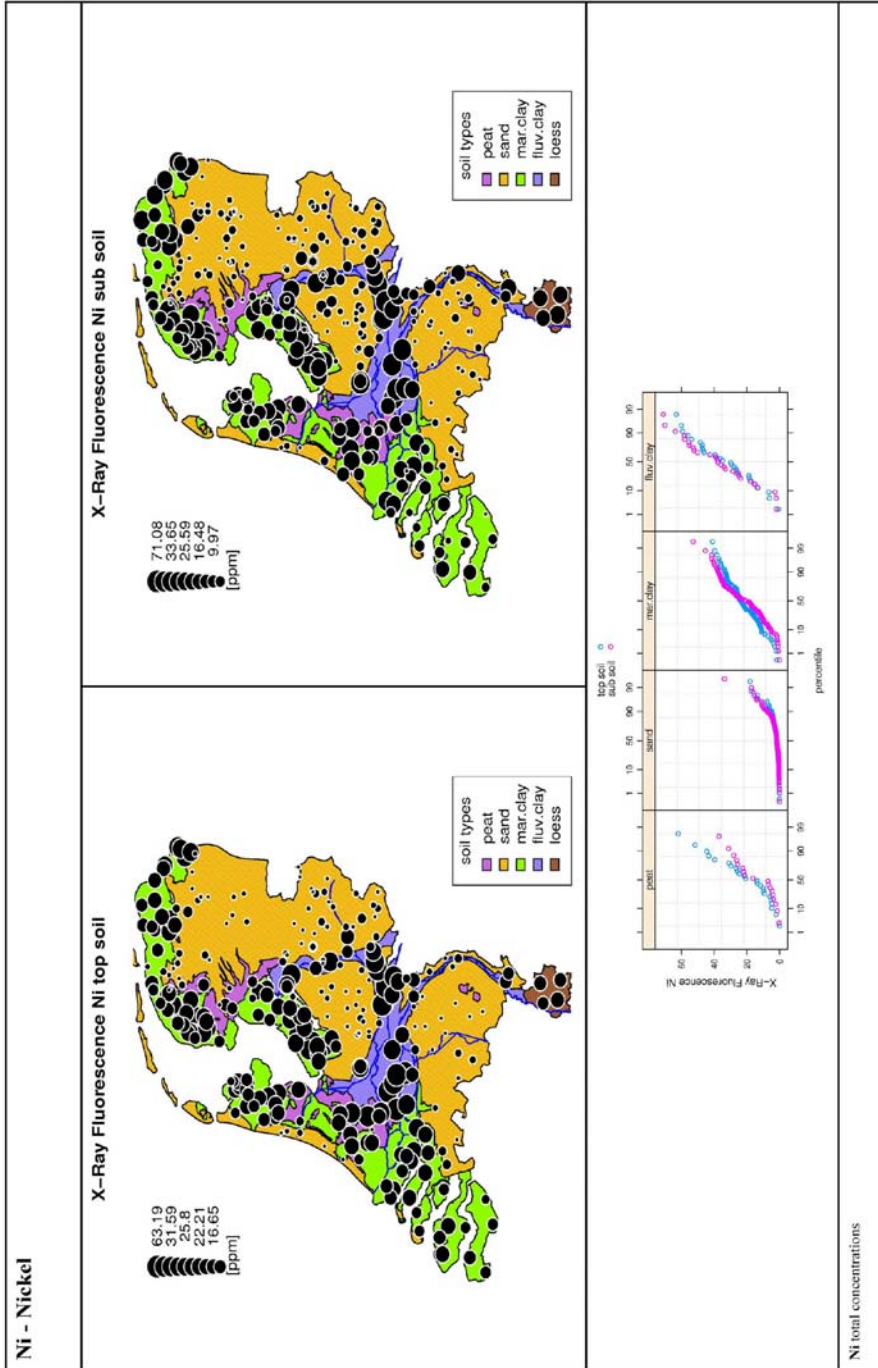


Nb - Niobium																
total concentrations																
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max	topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max	
peat	33	1.52	4.2	7.87	5.45	11.25	17.9	peat	32	0	0.01	0.03	0.04	0.06	0.18	
sand	178	1.98	3.48	4.2	1.27	5.17	9.65	sand	172	0	0.01	0.02	0.01	0.02	0.09	
mar.clay	115	2.14	10.41	12.47	2.83	13.99	16.74	mar.clay	80	0	0.01	0.02	0.01	0.03	0.06	
fluv.clay	28	3.38	8.92	12.75	6.61	17.21	22.51	fluv.clay	28	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03	0.06	
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max	subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max	
peat	33	1.32	2.32	3.42	2.3	7.18	13.05	peat	32	0	0	0.01	0.01	0.02	0.09	
sand	178	1.54	2.88	3.58	1.18	4.58	15.73	sand	172	0	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.1
mar.clay	115	1.68	8.55	11.79	4.1	14.39	17.91	mar.clay	80	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.05
fluv.clay	28	2.94	9.14	13.36	6.36	17.73	22.32	fluv.clay	28	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.12
reactive concentrations																
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max	topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max	
peat	32	0	0.01	0.03	0.04	0.06	0.18	peat	32	0	0.01	0.03	0.04	0.06	0.18	
sand	172	0	0.01	0.02	0.01	0.02	0.09	sand	172	0	0.01	0.02	0.01	0.02	0.09	
mar.clay	80	0	0.01	0.02	0.01	0.03	0.06	mar.clay	80	0	0.01	0.02	0.01	0.03	0.06	
fluv.clay	28	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03	0.06	fluv.clay	28	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03	0.06	
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max	subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max	
peat	32	0	0	0.01	0.01	0.02	0.09	peat	32	0	0	0.01	0.01	0.02	0.09	
sand	172	0	0	0.01	0.01	0.02	0.1	sand	172	0	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.1
mar.clay	80	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.05	mar.clay	80	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.05
fluv.clay	28	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.12	fluv.clay	28	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.12

Nb summary statistics

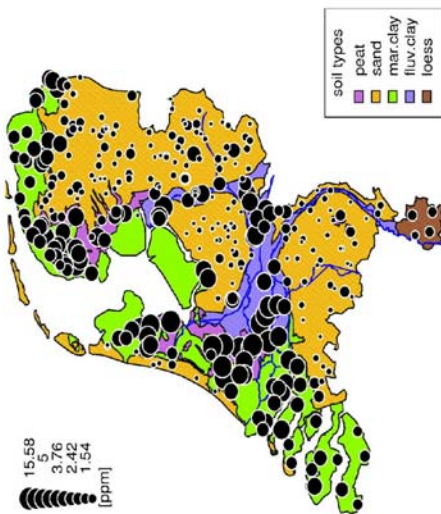


Ni - Nickel

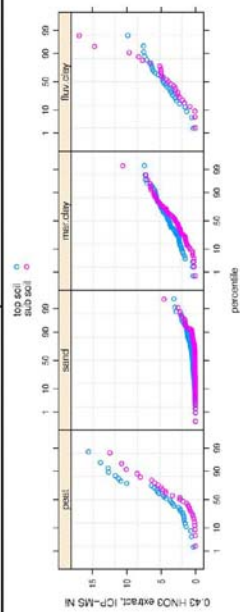
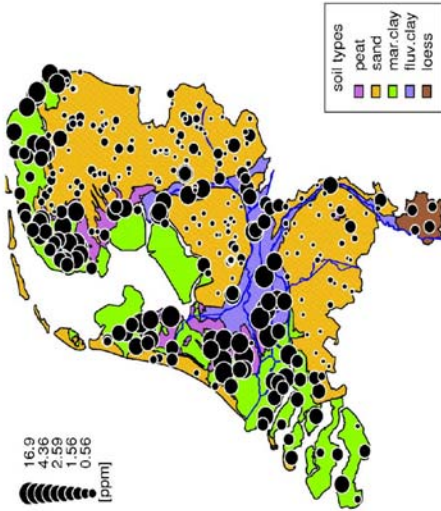


Ni - Nickel

0.43 HNO3 extract, ICP-MS Ni top soil



0.43 HNO3 extract, ICP-MS Ni sub soil



Ni relative concentrations

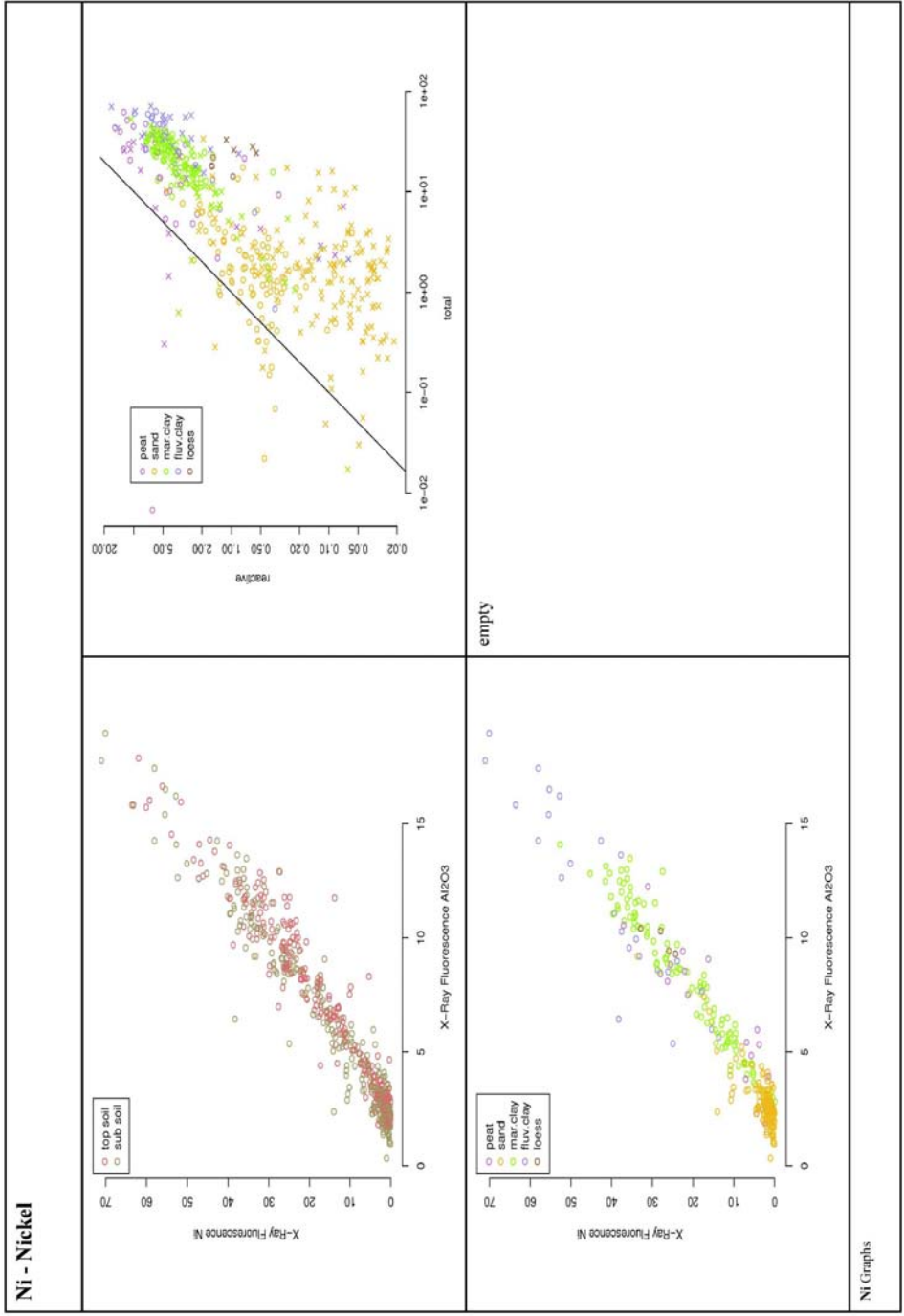
Ni - Nickel

total concentrations							
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max
peat	24	0.01	8.44	17.24	17.22	30.01	61.97
sand	103	0.02	0.98	1.55	1.19	3.06	18
mar.clay	114	1.73	15.59	23.73	10.45	29.14	40.99
fluv.clay	28	0.68	18.7	32.37	21.51	47.13	63.19
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max
peat	24	1.44	5.42	18.78	17.49	25.76	37.06
sand	103	0.03	1	2.2	2.4	4.62	33.65
mar.clay	114	0.02	11.29	20.63	15.87	33.45	52.69
fluv.clay	28	2.12	24.68	37.64	22.14	53.43	71.08

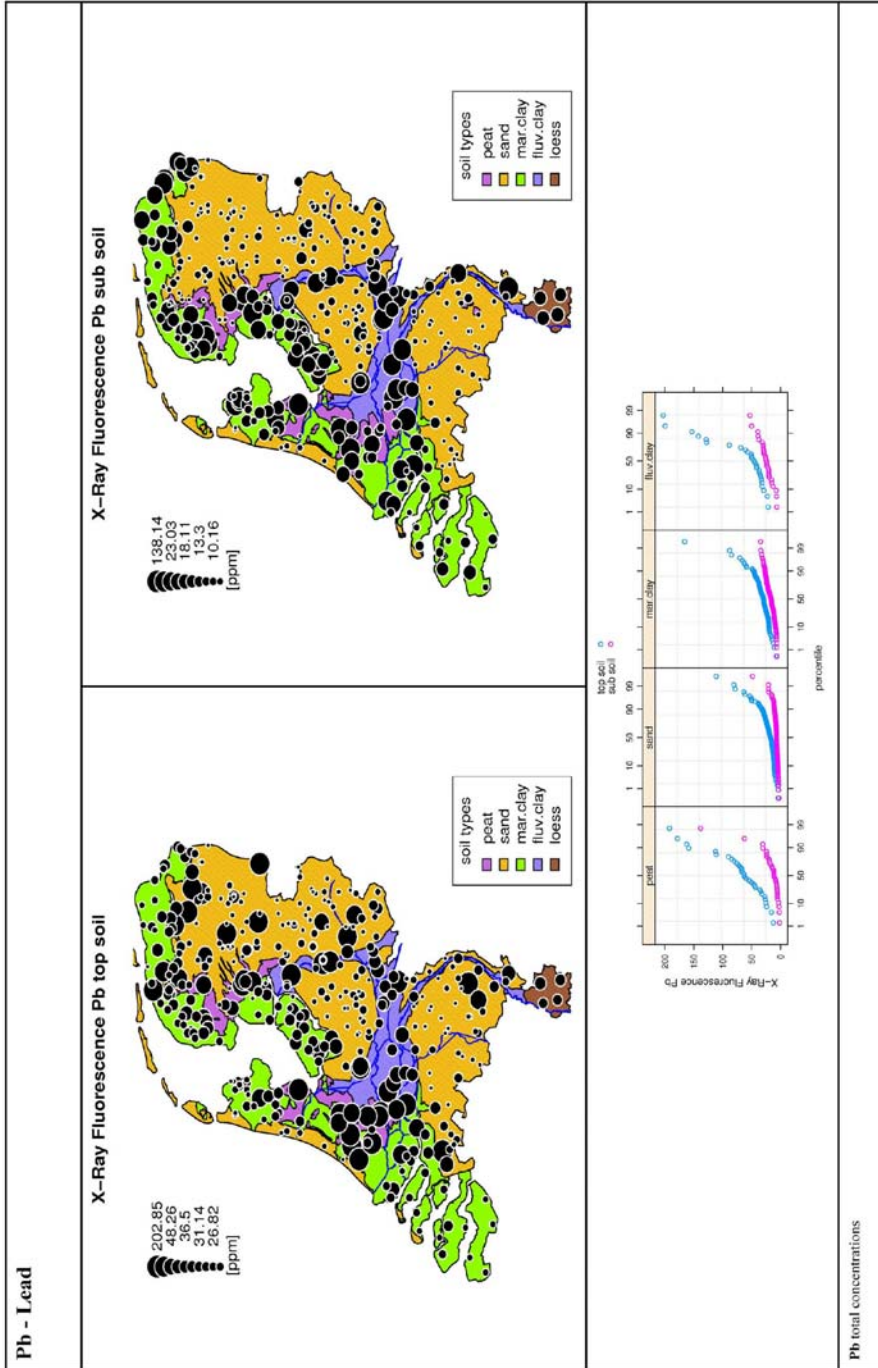
reactive concentrations

topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max
peat	32	0.33	1.85	3.98	3.33	7.33	15.58
sand	172	0.03	0.3	0.48	0.3	0.76	3.16
mar.clay	80	0.38	2.68	3.92	1.8	5.12	7.46
fluv.clay	28	0.36	3.24	4.69	2.48	6.35	9.66
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max
peat	32	0.04	0.5	2.29	3.13	5.44	12.46
sand	172	0.02	0.04	0.09	0.08	0.2	4.6
mar.clay	80	0.06	1.79	2.93	2.07	4.77	10.61
fluv.clay	28	0.06	2.45	4	2.12	5.15	16.9

Ni summary statistics

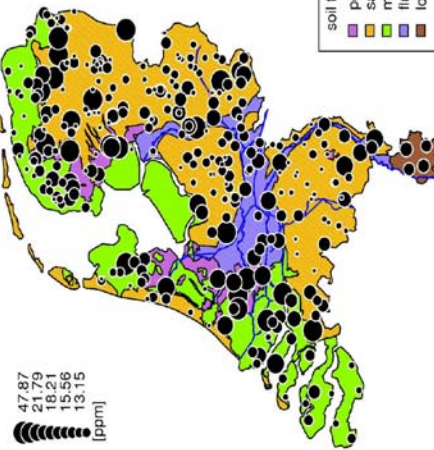


Pb - Lead

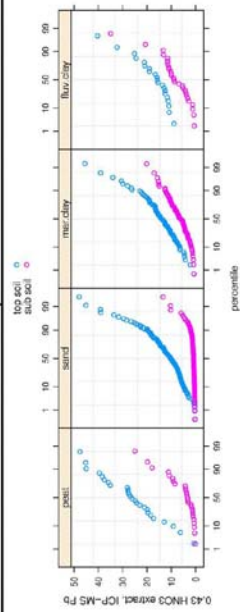
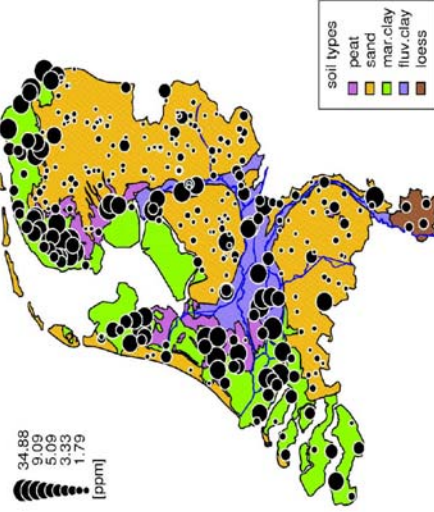


Pb - Lead

0.43 HNO3 extract, ICP-MS Pb top soil

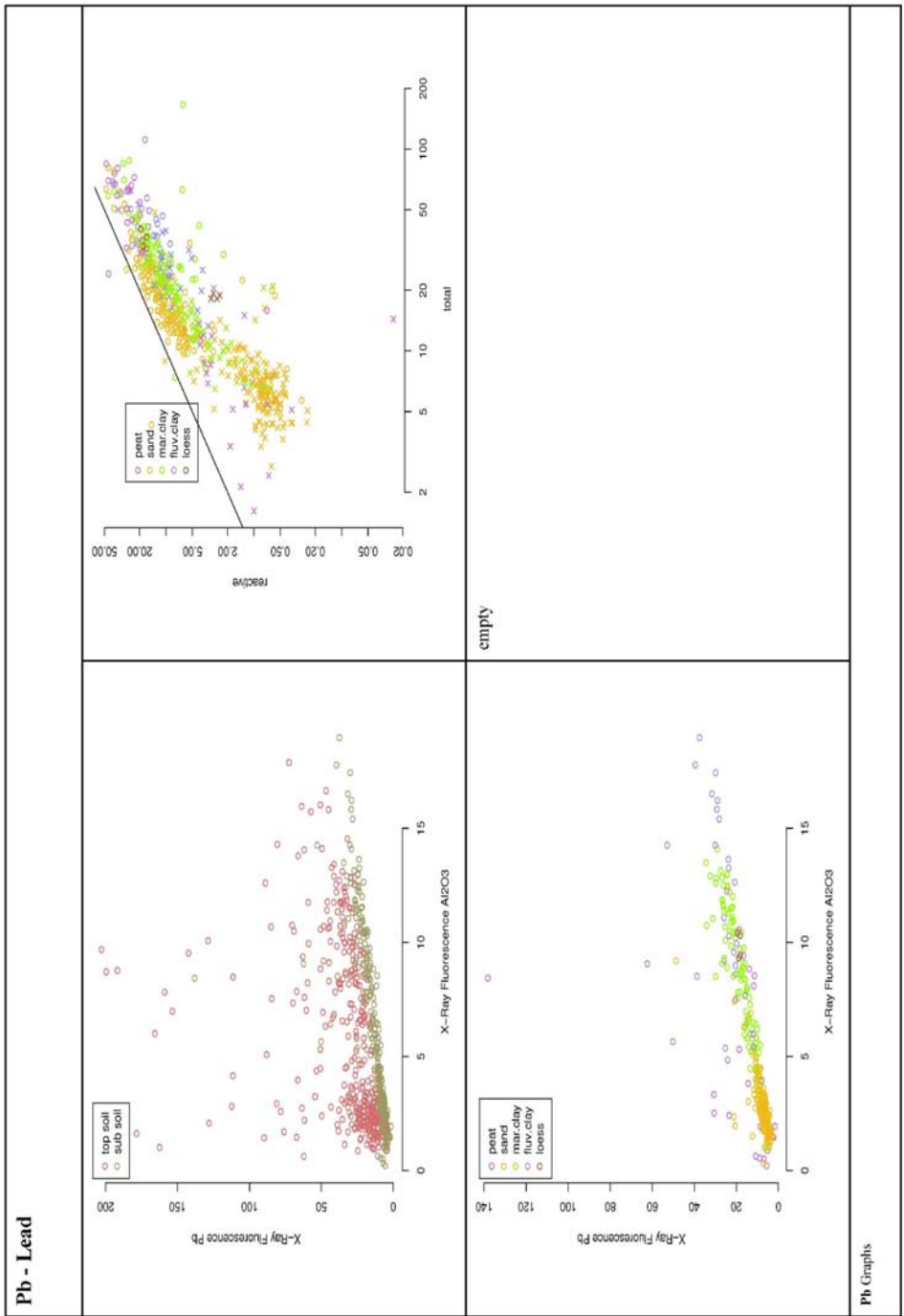


0.43 HNO3 extract, ICP-MS Pb sub soil

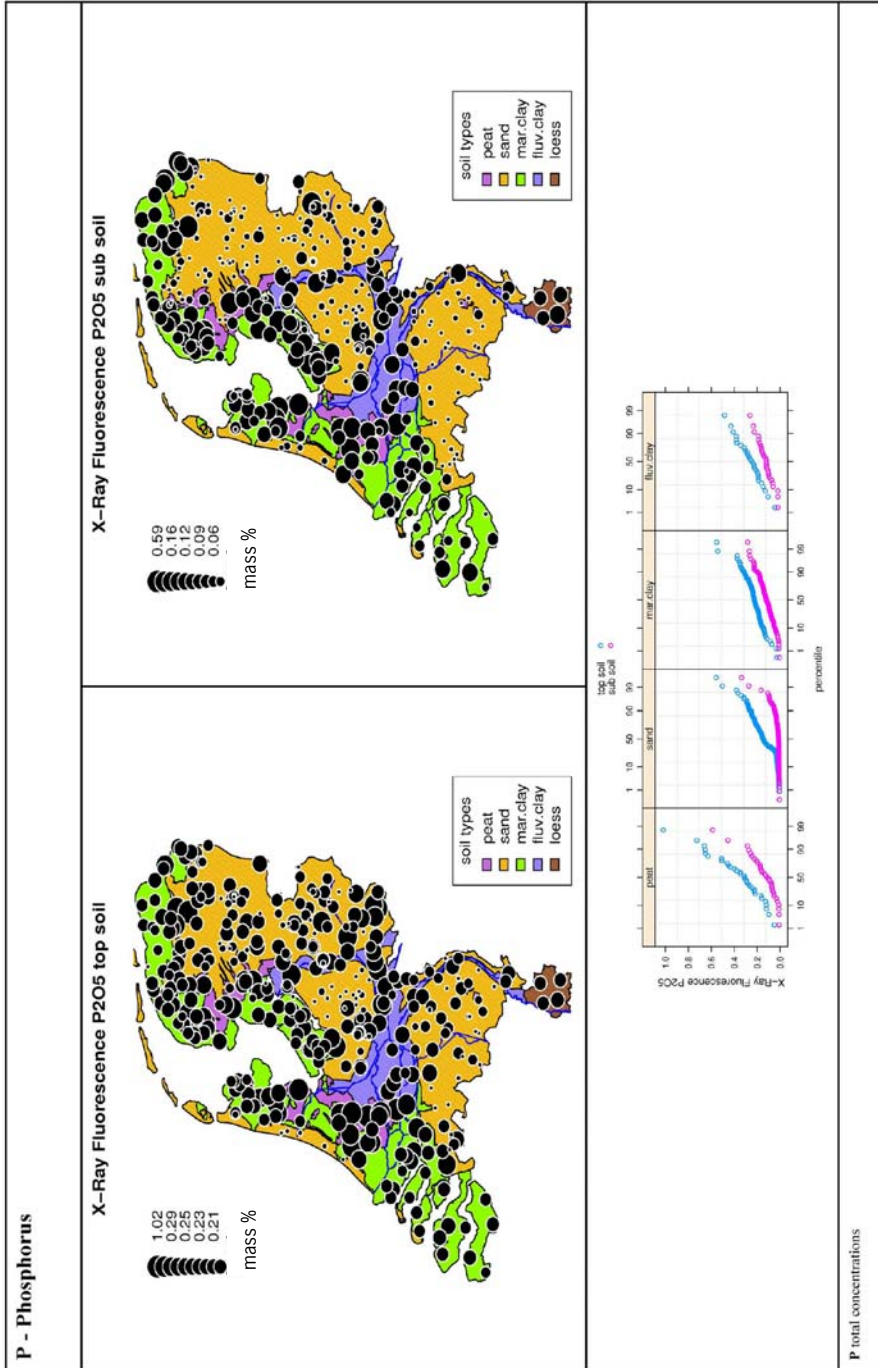


Pb reactive concentrations

Pb - Lead										
total concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	12.54	35.35	62.19	33.05	80.54	191.85			
sand	178	4.2	13.05	17.37	7.49	24.09	111.43			
mar.clay	115	7.37	23.19	29.45	10.09	36.71	185.74			
fluv.clay	28	21.36	34.75	45.76	19.39	73.99	202.85			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	1.61	5.67	11.27	8.66	18.6	138.14			
sand	178	2.68	5.59	6.78	1.85	8.05	48.57			
mar.clay	115	6.16	11.29	16.39	8.47	22.8	34.33			
fluv.clay	28	6.21	20.22	24.46	7.52	29.92	52.94			
reactive concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	26	0.71	19.77	26.5	12.27	35.69	47.64			
sand	171	0.28	6.83	10.34	5.77	14.92	47.87			
mar.clay	80	0.63	10.11	14.05	6.02	18.08	45.52			
fluv.clay	21	8.94	12.47	15.85	6.22	20.94	40.31			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	26	0.03	1.02	3.11	3.14	6.42	19.83			
sand	171	0.24	0.63	0.8	0.35	1.22	13.44			
mar.clay	80	0.71	3.7	6.13	4.32	9.79	20.17			
fluv.clay	21	0.74	3.71	6.16	5.87	11.15	13.35			
Pb summary statistics										



P - Phosphorus



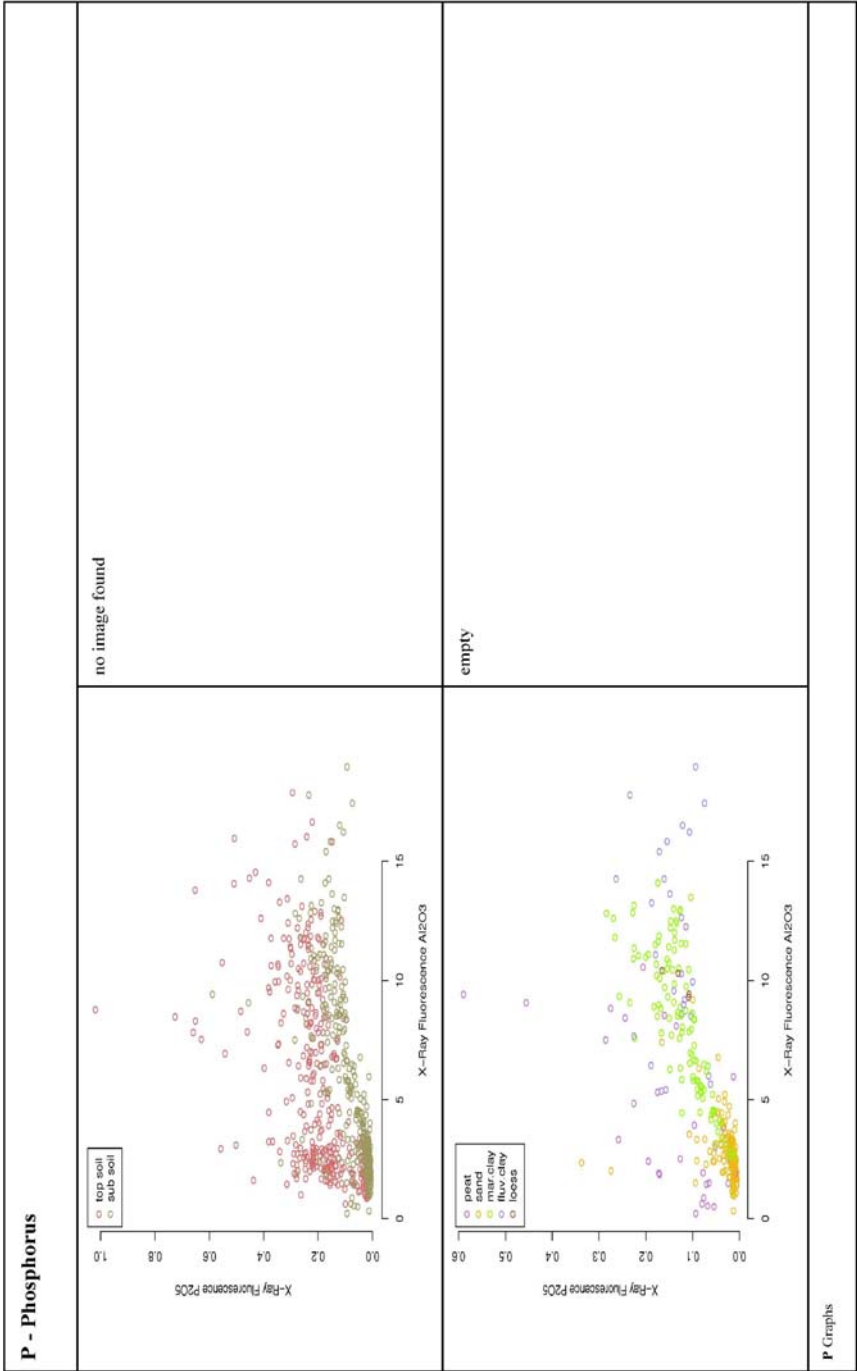
P - Phosphorus	
no image found	no image found
no image found	
P relative concentrations	

P - Phosphorus

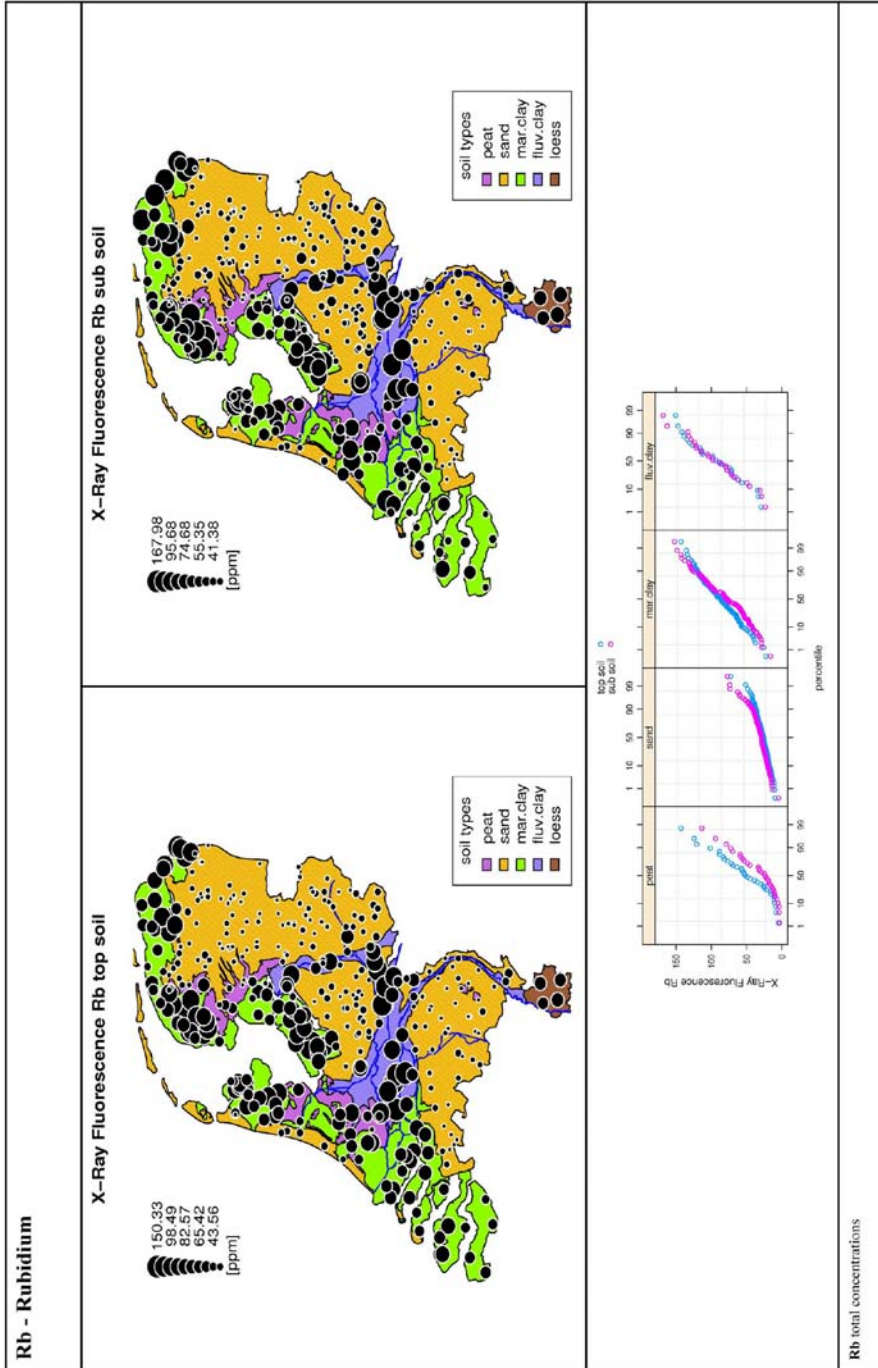
total concentrations									
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max		
peat	33	0.05	0.22	0.31	0.21	0.46	1.02		
sand	178	0.01	0.04	0.15	0.12	0.21	0.56		
mar.clay	115	0.03	0.18	0.23	0.06	0.26	0.55		
fluv.clay	28	0.05	0.19	0.25	0.09	0.32	0.49		
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max		
peat	33	0.01	0.06	0.11	0.09	0.19	0.59		
sand	178	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.34		
mar.clay	115	0.01	0.08	0.12	0.06	0.15	0.28		
fluv.clay	28	0.02	0.1	0.12	0.06	0.17	0.26		

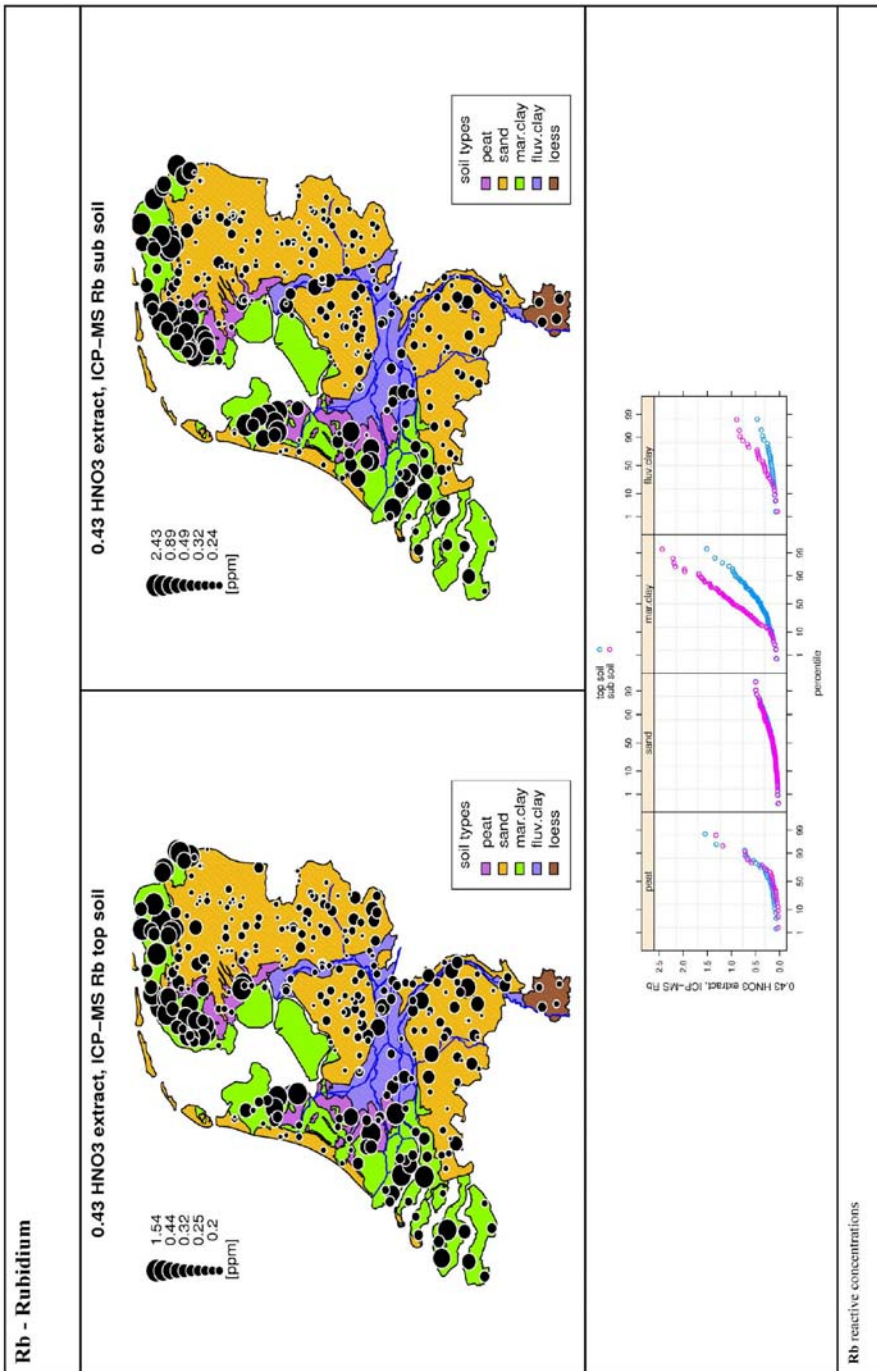
no data found

P summary statistics

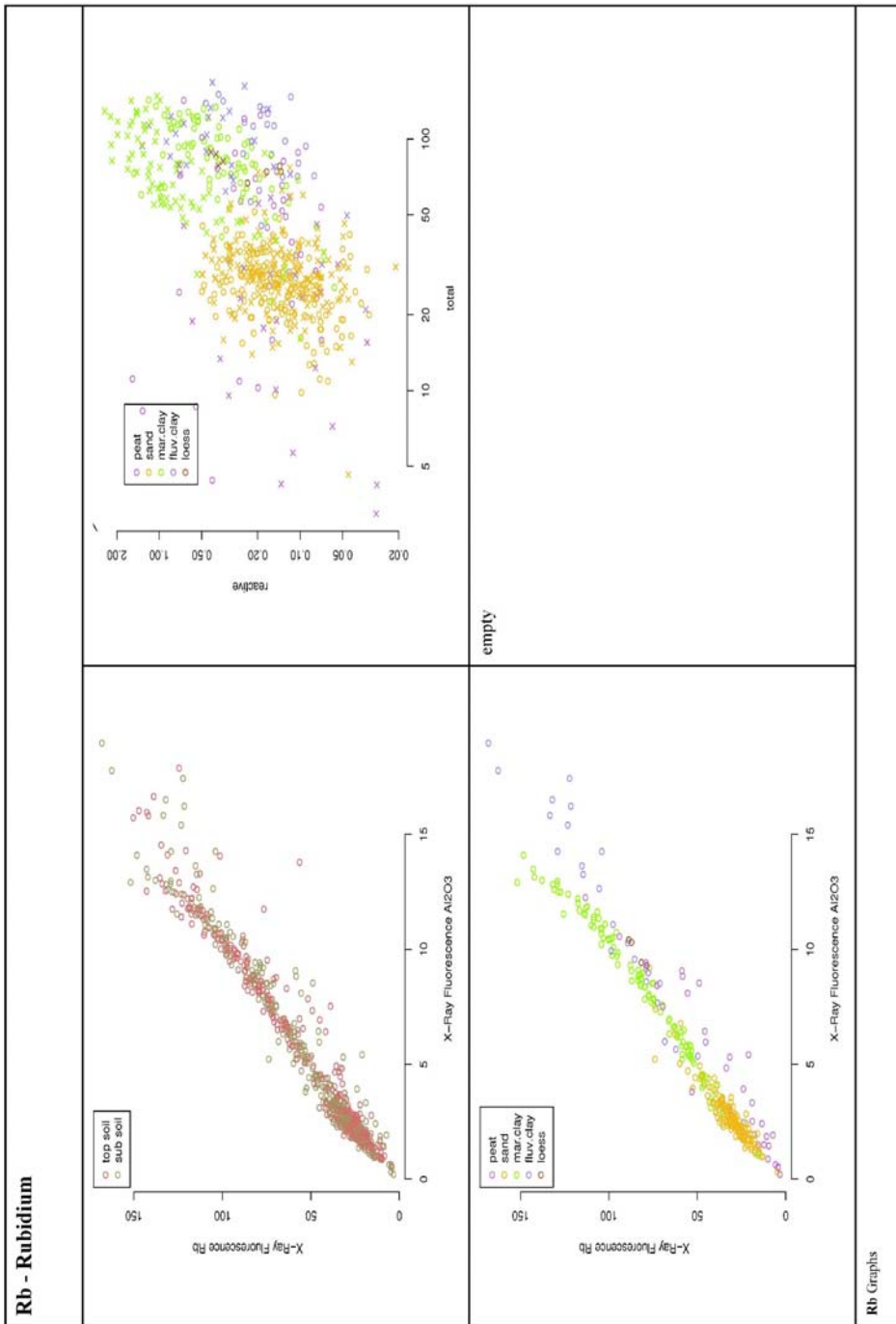


Rb - Rubidium

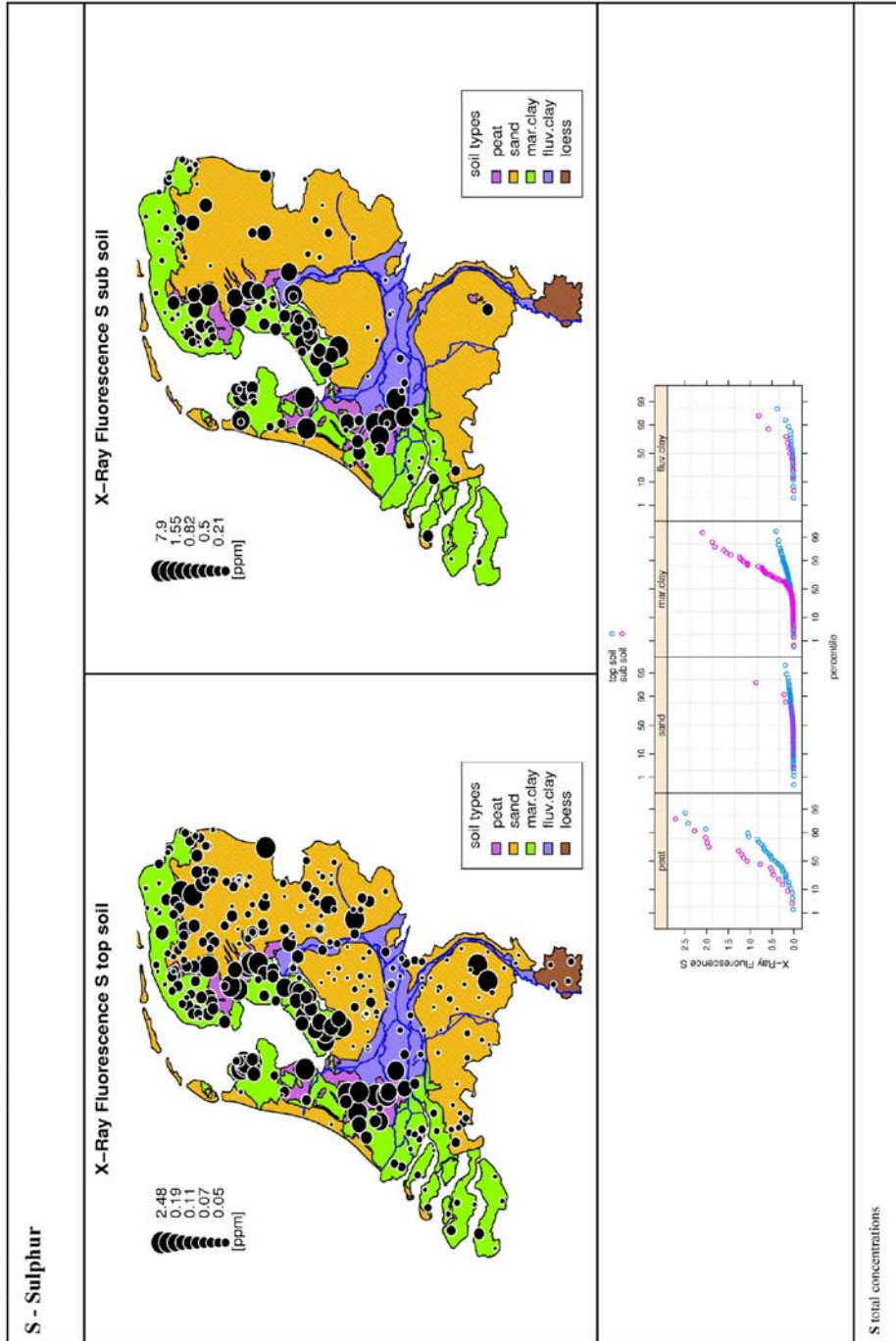




Rb - Rubidium										
total concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	4.4	22.11	51.74	43.93	76.58	142.57			
sand	178	9.61	21.08	26.11	7.7	31.34	72.59			
mar.clay	115	22.49	67.88	86.6	29.17	106.25	142.69			
fluv.clay	28	29.56	69.4	90.56	37.74	118.82	150.33			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	3.24	12.3	23.92	21.3	53.04	113.18			
sand	178	4.63	24.5	28.94	7.1	35.28	76.95			
mar.clay	115	16.05	54.82	77.29	35.01	104	151.79			
fluv.clay	28	23.53	70.49	93.41	39.33	121.58	167.98			
reactive concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0.07	0.13	0.2	0.13	0.4	1.54			
sand	172	0.03	0.09	0.15	0.09	0.21	0.5			
mar.clay	80	0.06	0.25	0.39	0.25	0.63	1.51			
fluv.clay	28	0.08	0.13	0.17	0.08	0.22	0.47			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0.03	0.07	0.15	0.14	0.33	1.32			
sand	172	0.02	0.09	0.14	0.09	0.22	0.5			
mar.clay	80	0.07	0.56	0.97	0.56	1.29	2.43			
fluv.clay	28	0.05	0.19	0.32	0.22	0.46	0.89			
Rb summary statistics										

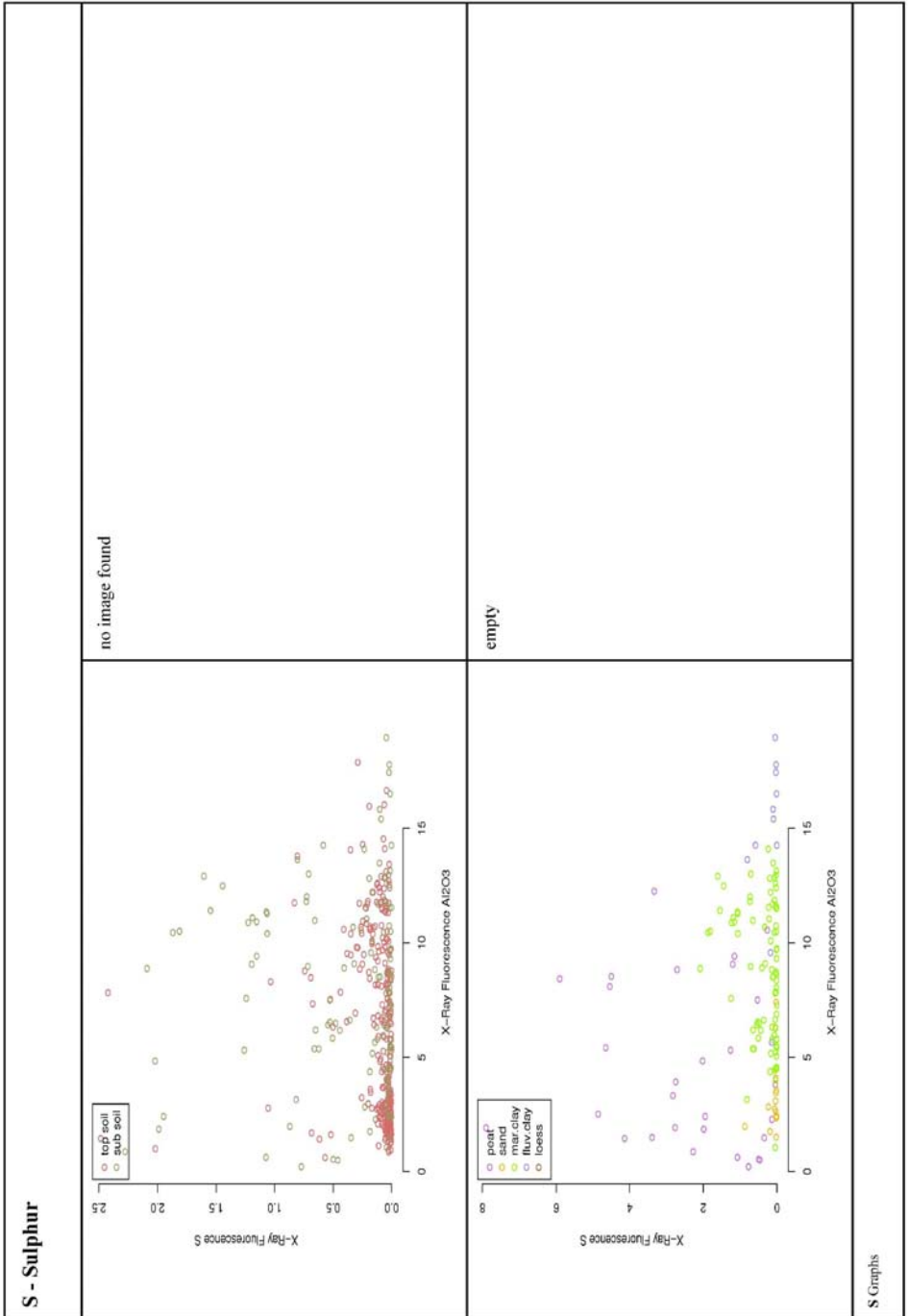


S - Sulphur

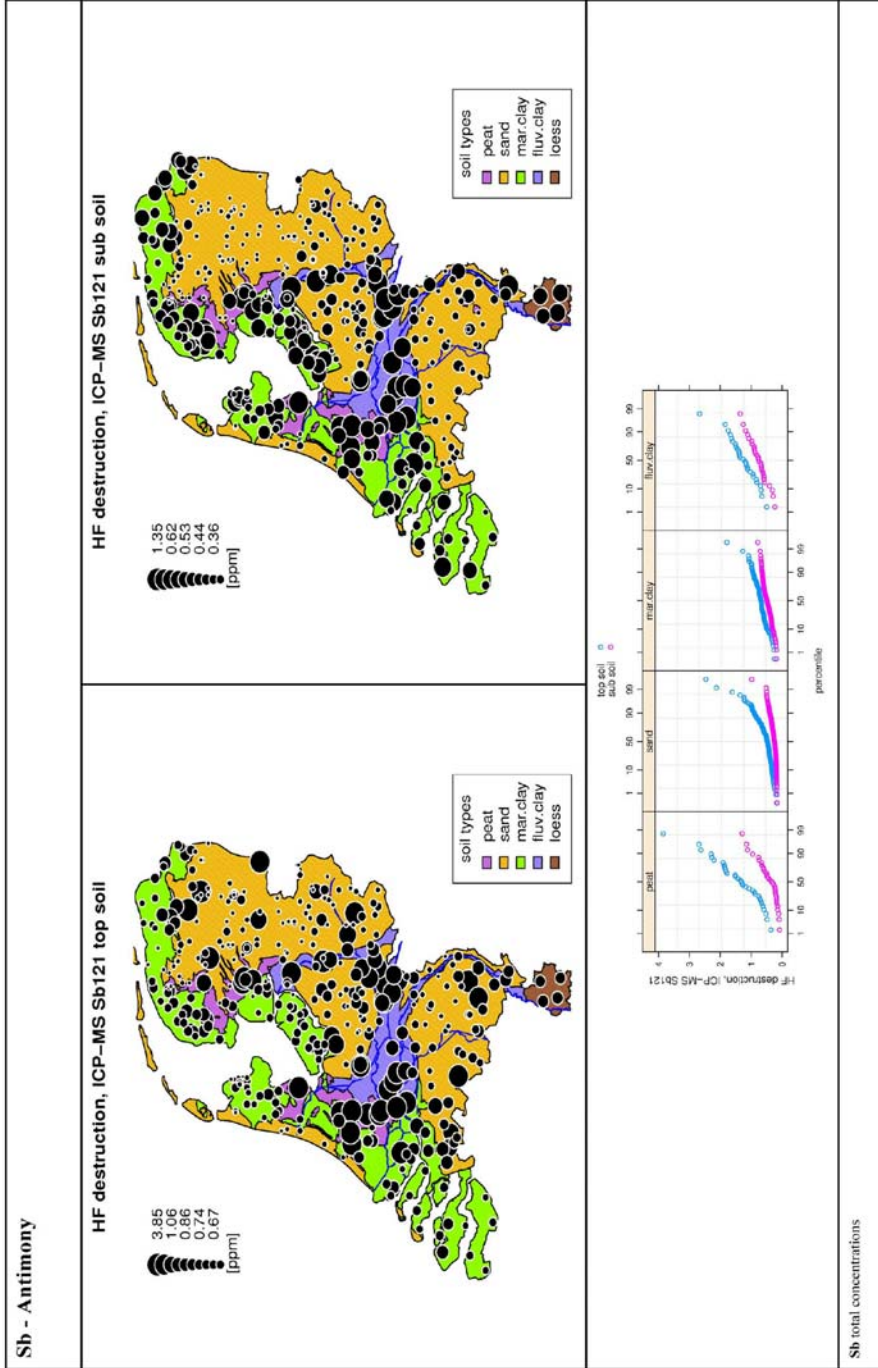


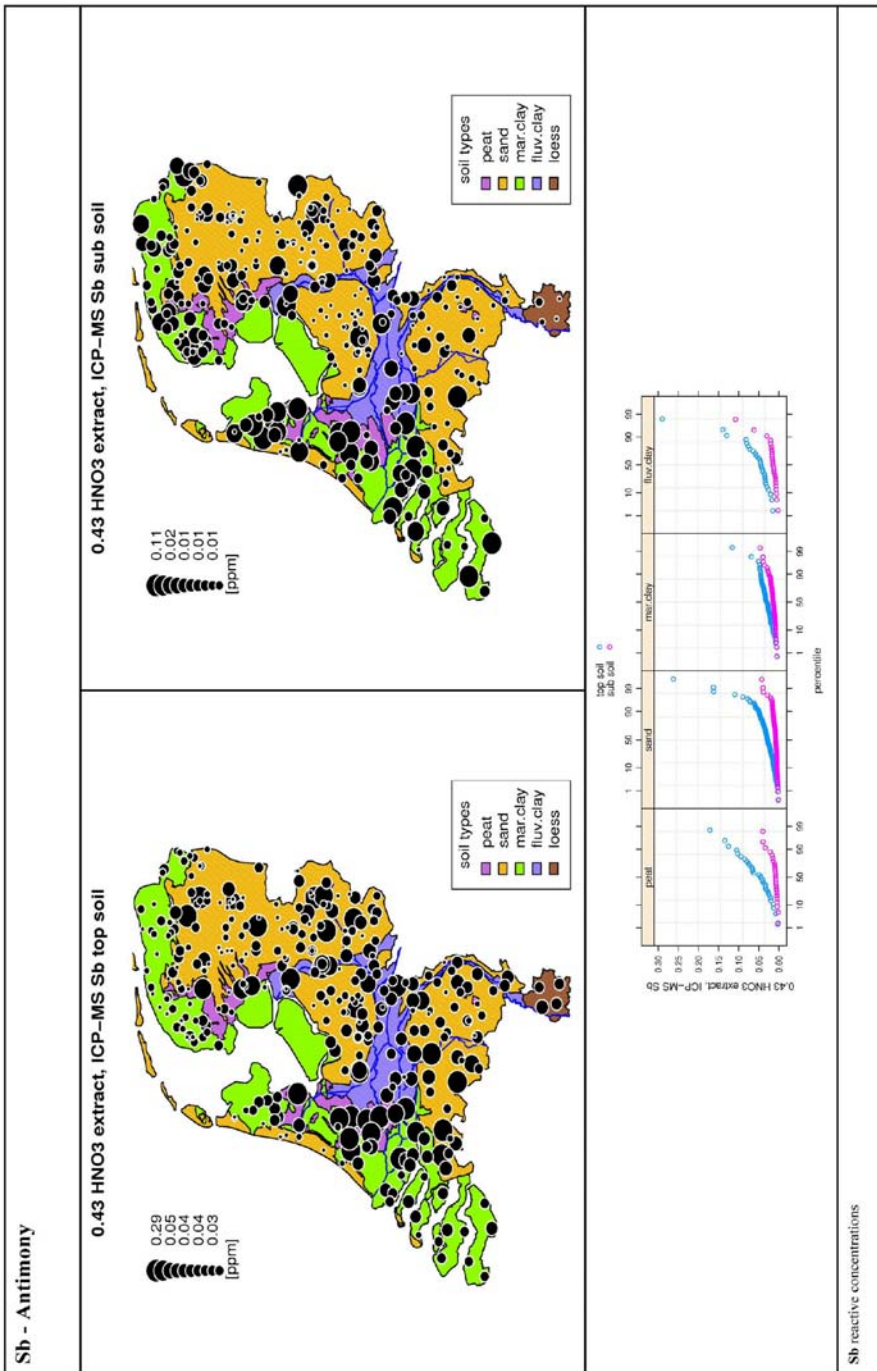
S - Sulphur	no image found	no image found
no image found	S reactive concentrations	

S - Sulphur										
total concentrations										
	n	min	p25	median	mad	p75	max			
topsoil	33	0.02	0.19	0.44	0.38	0.69	2.48			
peat										
sand	133	0	0.01	0.02	0.02	0.05	0.2			
mar.clay	104	0	0.03	0.07	0.07	0.14	0.41			
fluv.clay	22	0.01	0.02	0.04	0.03	0.06	0.38			
	n	min	p25	median	mad	p75	max			
topsoil	33	0.04	0.77	2.02	2.04	3.39	7.9			
peat										
sand	133	0	0.01	0.03	0.03	0.06	0.87			
mar.clay	104	0	0.02	0.11	0.15	0.62	2.09			
fluv.clay	22	0	0.02	0.1	0.12	0.17	0.8			
no data found										
S summary statistics										



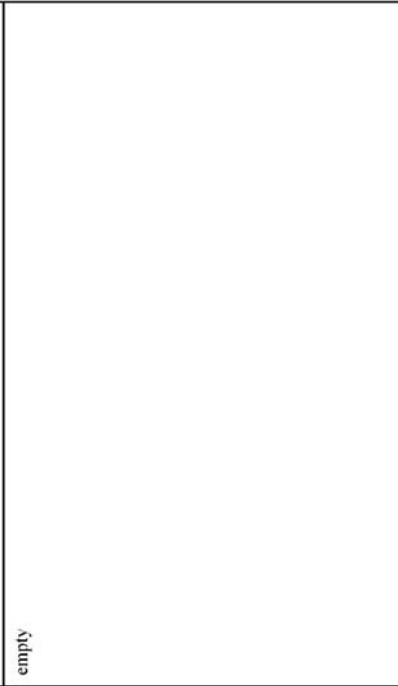
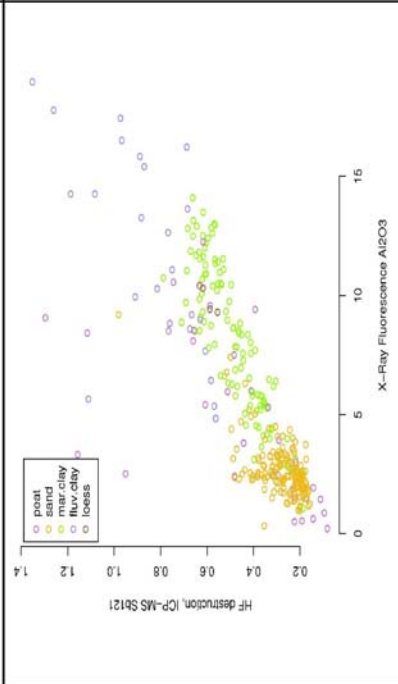
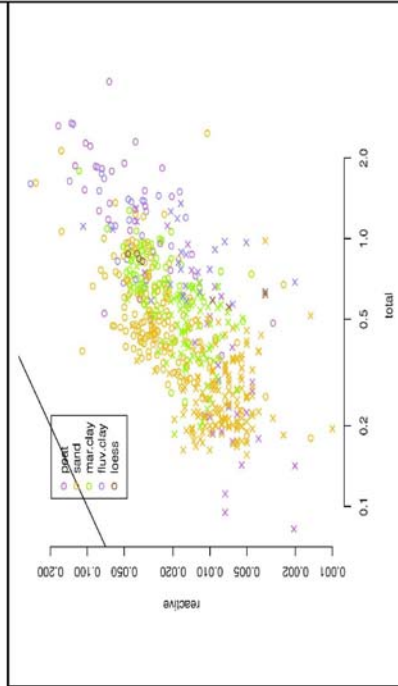
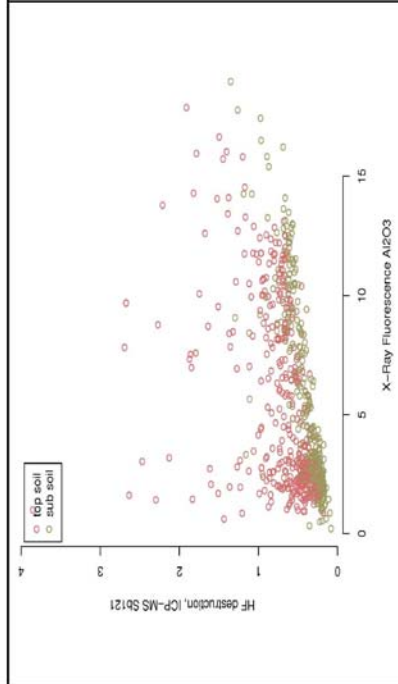
Sb - Antimony





Sb - Antimony										
total concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.37	0.76	1.32	0.81	1.86	3.85			
sand	178	0.18	0.4	0.47	0.17	0.65	2.47			
mar.clay	115	0.25	0.59	0.69	0.15	0.8	1.79			
fluv.clay	28	0.5	0.94	1.23	0.42	1.5	2.67			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.08	0.19	0.34	0.26	0.62	1.3			
sand	178	0.16	0.2	0.25	0.07	0.32	0.89			
mar.clay	115	0.19	0.37	0.49	0.17	0.6	0.79			
fluv.clay	28	0.23	0.6	0.76	0.24	0.92	1.35			
reactive concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0	0.03	0.05	0.03	0.08	0.17			
sand	172	0	0.02	0.03	0.01	0.04	0.26			
mar.clay	80	0	0.02	0.03	0.01	0.04	0.12			
fluv.clay	28	0.02	0.03	0.04	0.02	0.07	0.29			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0	0.01	0.01	0	0.01	0.04			
sand	172	0	0.01	0.01	0	0.01	0.04			
mar.clay	80	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.05			
fluv.clay	28	0	0.01	0.02	0.01	0.02	0.11			
Sb summary statistics										

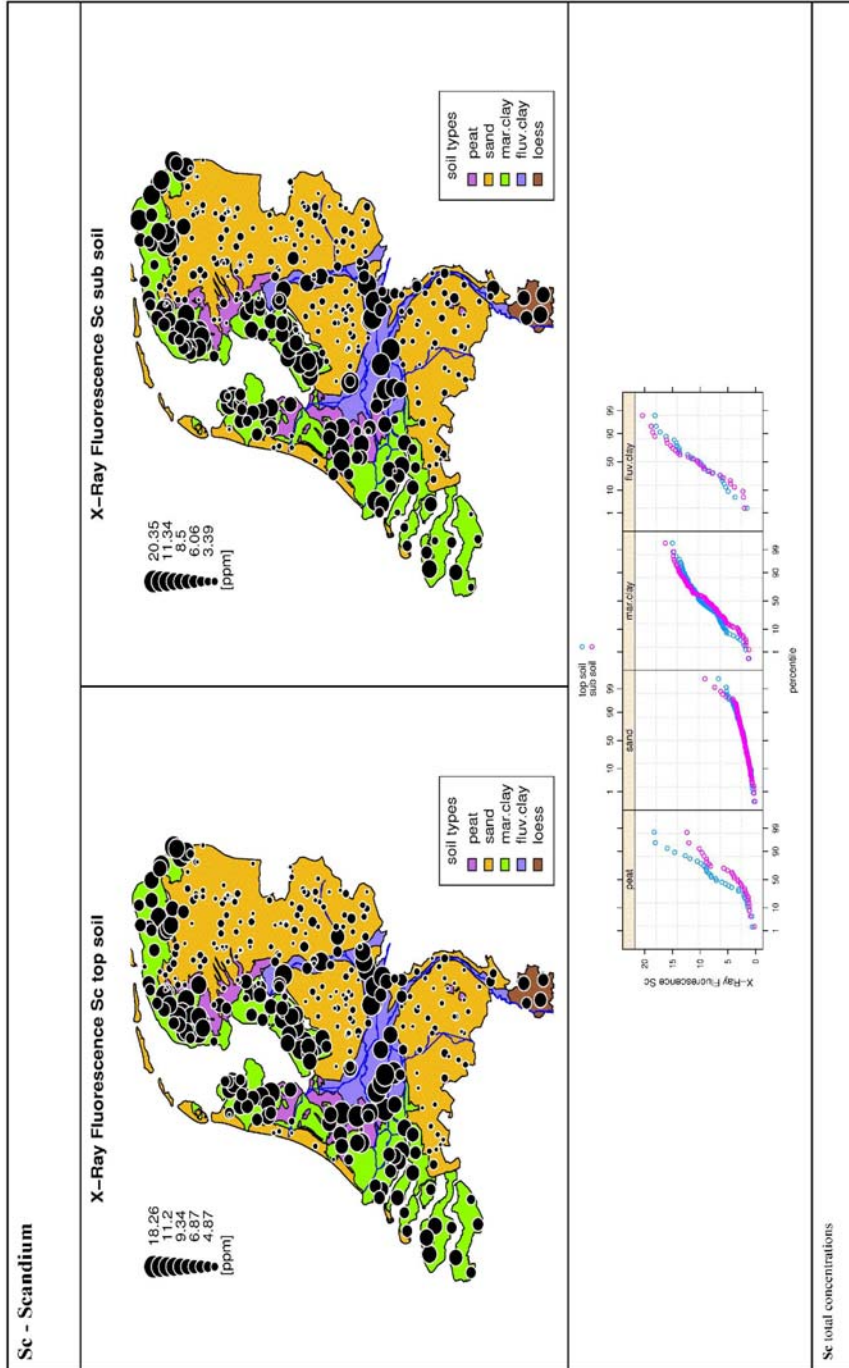
Sb - Antimony

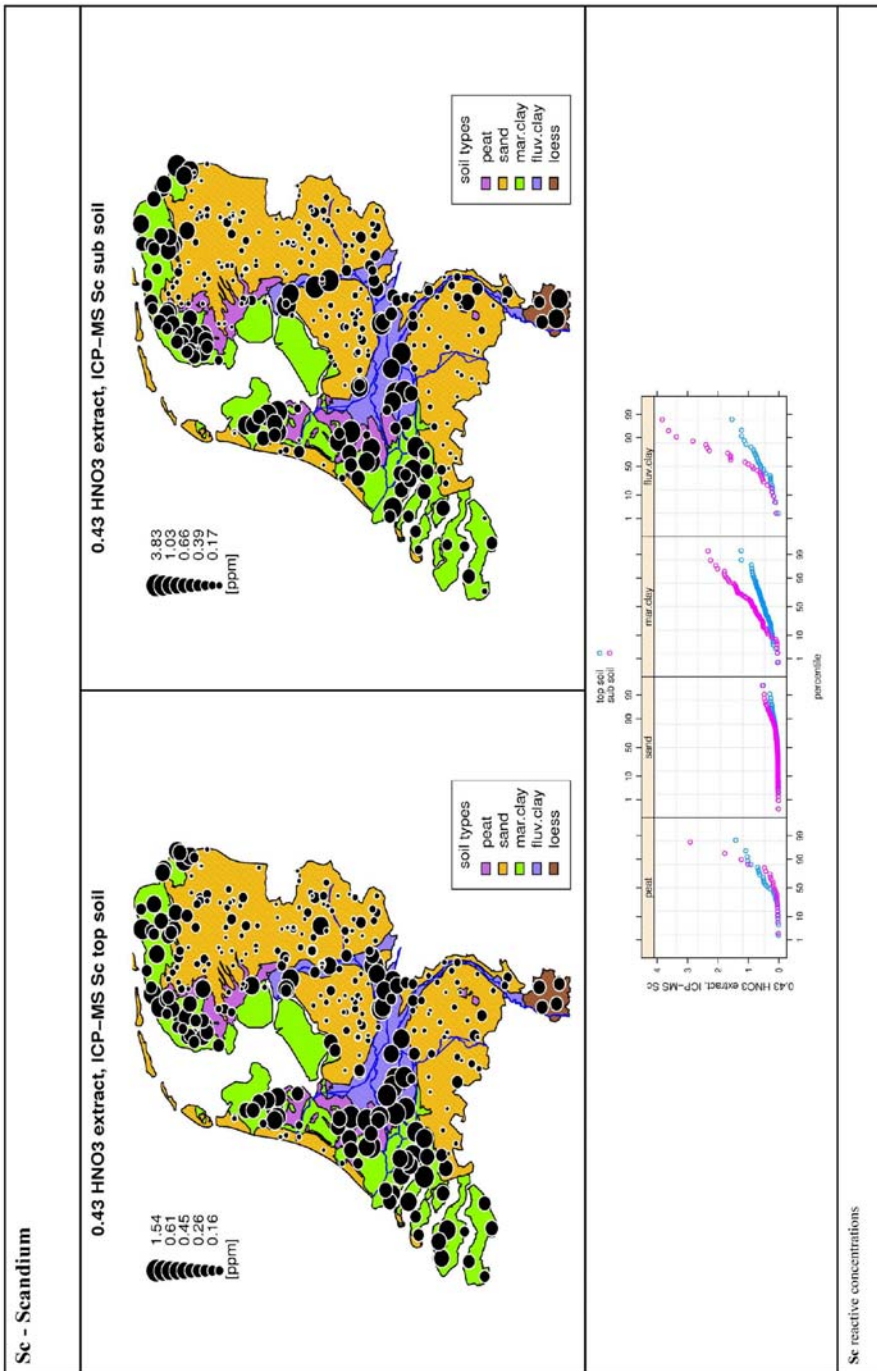


empty

Sb Graphs

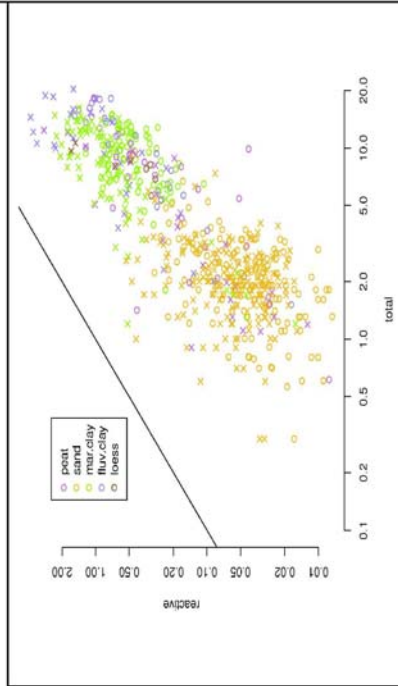
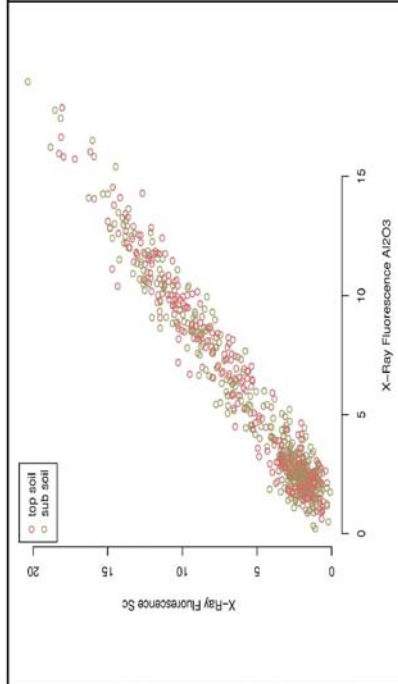
Sc - Scandium



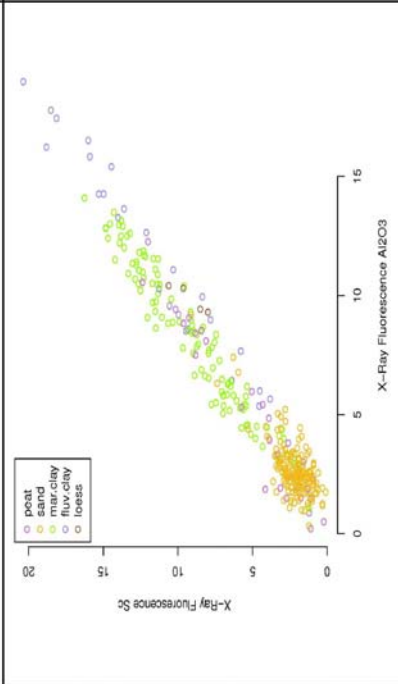


Sc - Scandium										
total concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0.61	2.12	7.11	6.02	9.45	18.26			
sand	177	0.3	1.5	2	0.89	2.7	6.7			
mar.clay	115	1.3	6.82	10.02	3.32	11.6	14.98			
fluv.clay	28	1.51	6.39	10.19	5.71	13.9	18.12			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0.22	1.65	3.58	3.38	8.34	12.39			
sand	177	0.1	1.5	2.01	0.9	2.71	9.12			
mar.clay	115	1.2	6.35	8.74	4.38	12.12	16.28			
fluv.clay	28	2	6.23	10.45	6.83	15.07	20.35			
reactive concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	30	0.01	0.06	0.33	0.42	0.65	1.42			
sand	166	0.01	0.03	0.04	0.03	0.08	0.51			
mar.clay	80	0.04	0.3	0.49	0.25	0.65	1.24			
fluv.clay	28	0.02	0.27	0.59	0.47	0.81	1.54			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	30	0.01	0.06	0.14	0.16	0.29	2.91			
sand	166	0.02	0.03	0.06	0.04	0.1	0.53			
mar.clay	80	0.02	0.54	0.85	0.5	1.36	2.33			
fluv.clay	28	0.09	0.51	0.87	1.04	1.96	3.83			
Sc summary statistics										

Sc - Scandium

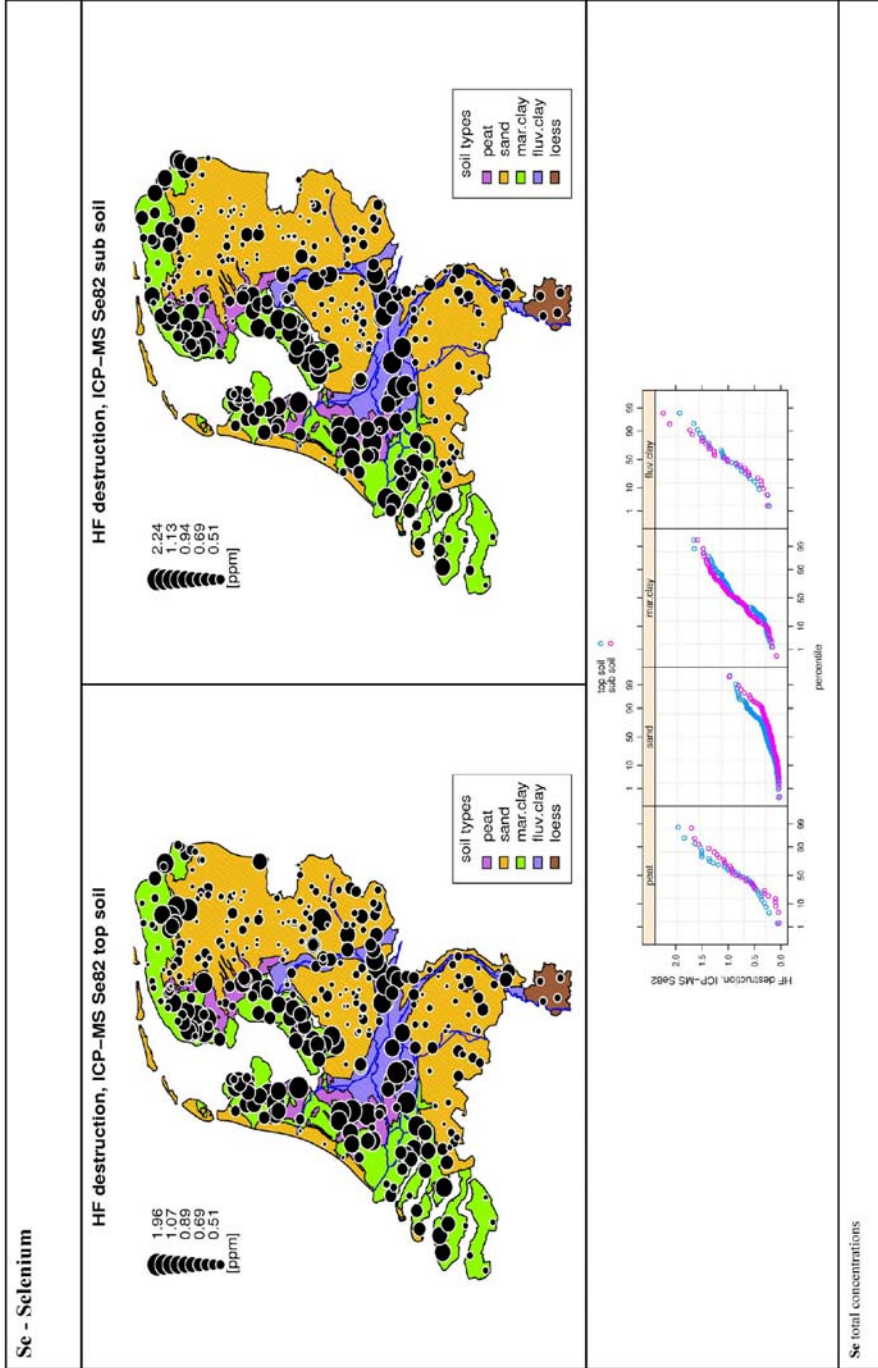


empty



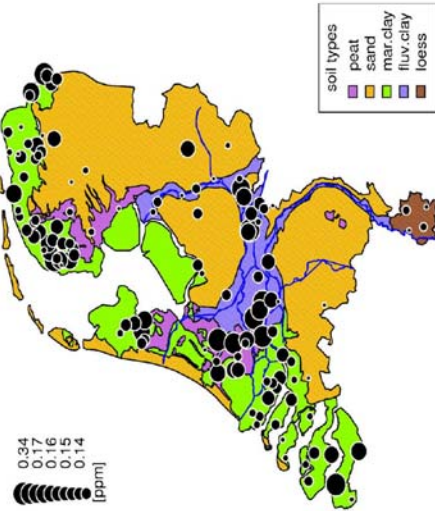
Sc Graphs

Se - Selenium

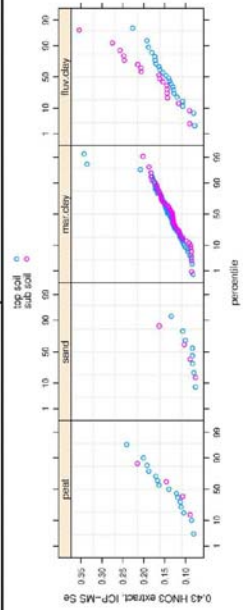
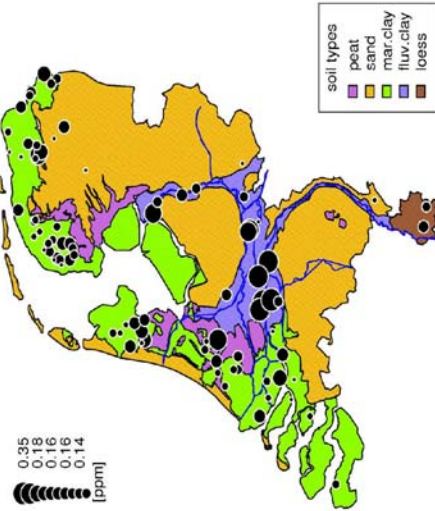


Se - Selenium

0.43 HNO3 extract, ICP-MS Se top soil

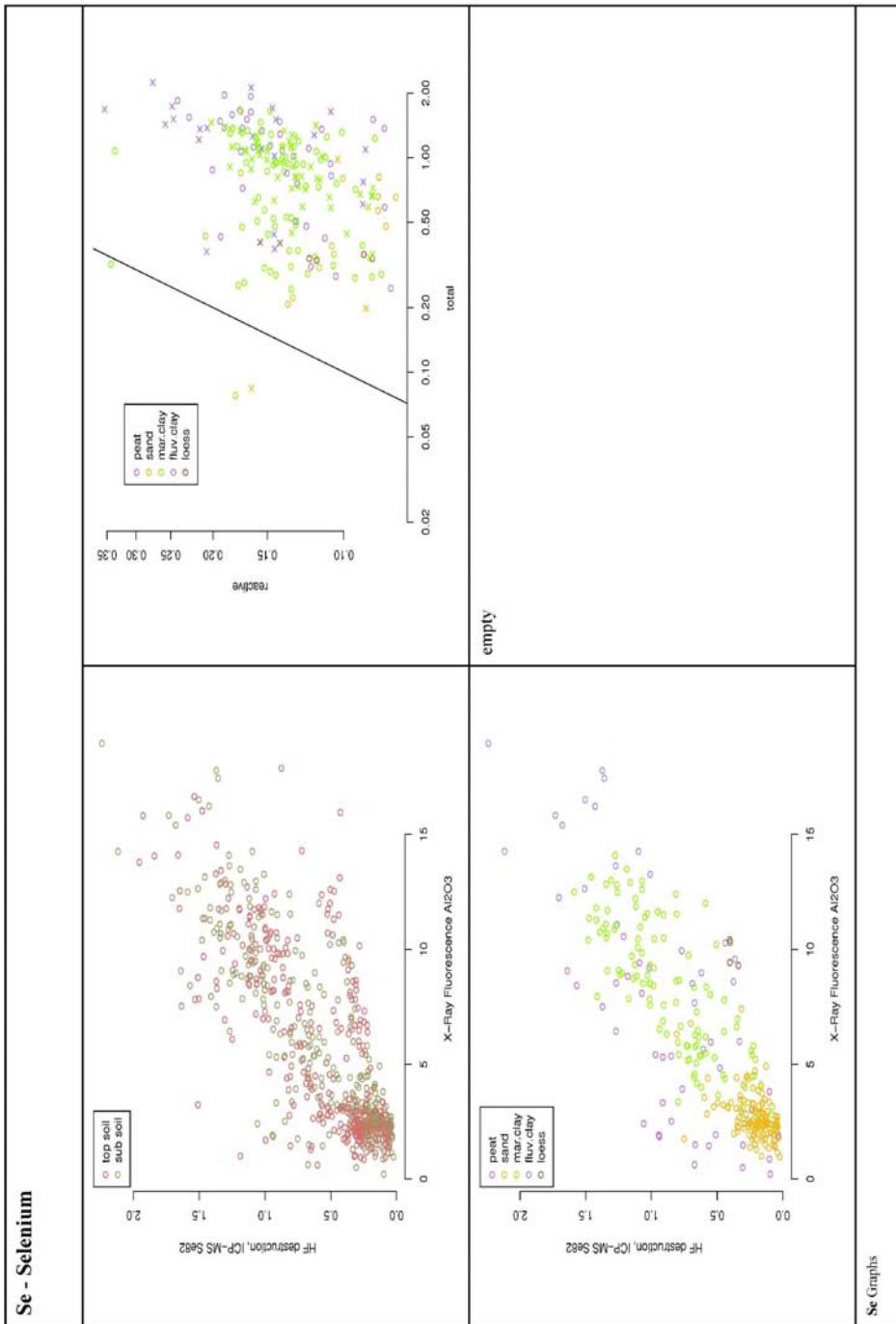


0.43 HNO3 extract, ICP-MS Se sub soil

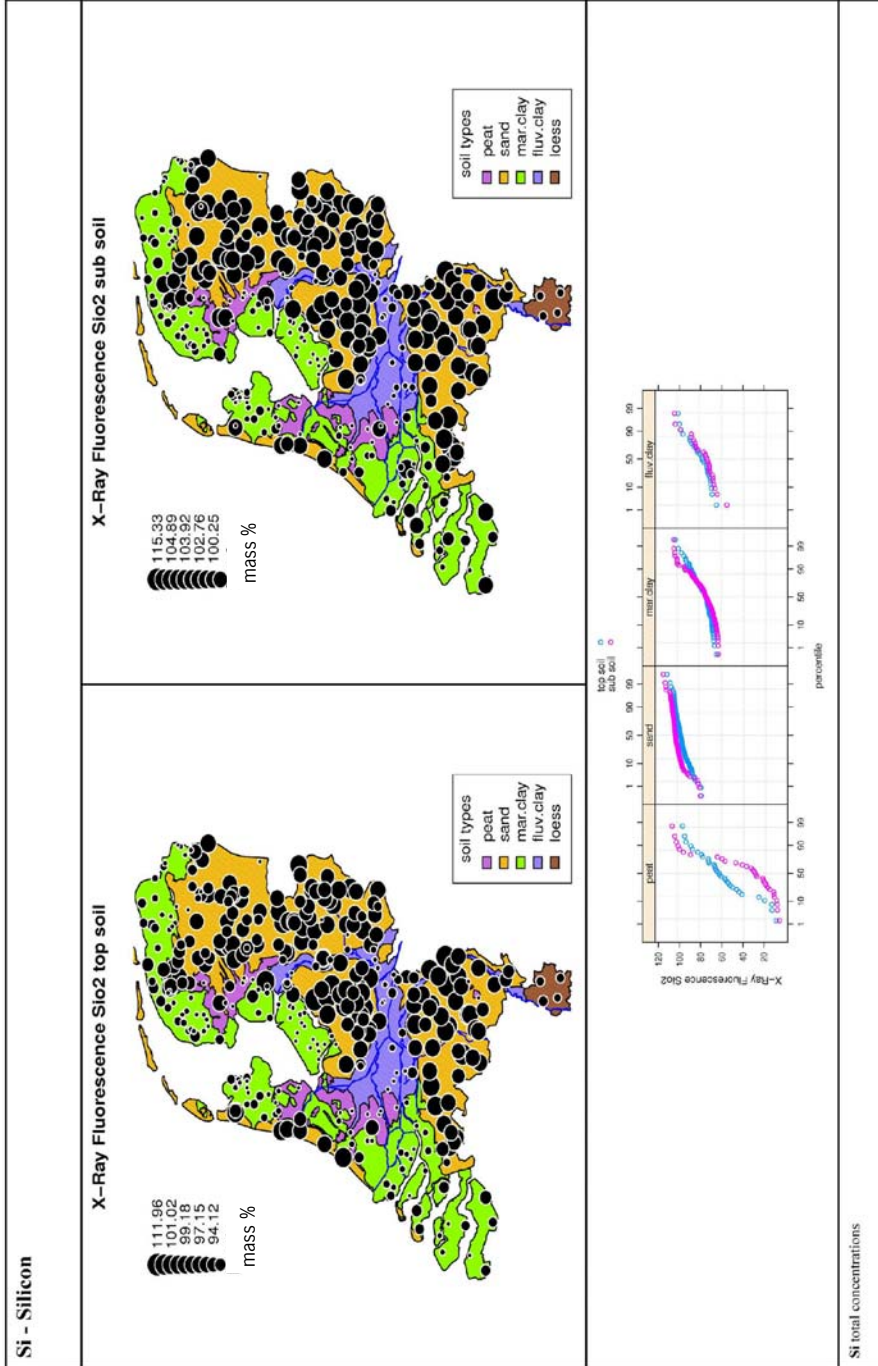


Se relative concentrations

Se - Selenium										
total concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.06	0.48	0.81	0.57	1.35	1.96			
sand	162	0.04	0.17	0.28	0.14	0.37	0.97			
mar.clay	114	0.08	0.46	0.86	0.39	1.04	1.65			
fluv.clay	28	0.22	0.66	1.04	0.52	1.37	1.93			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.03	0.39	0.85	0.5	1.08	1.7			
sand	162	0.02	0.12	0.18	0.11	0.26	0.99			
mar.clay	114	0.08	0.62	0.88	0.39	1.13	1.59			
fluv.clay	28	0.25	0.61	1.02	0.61	1.4	2.24			
reactive concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	15	0.08	0.11	0.14	0.05	0.18	0.24			
sand	8	0.08	0.08	0.08	0.01	0.1	0.13			
mar.clay	73	0.08	0.12	0.14	0.03	0.16	0.34			
fluv.clay	22	0.08	0.13	0.14	0.04	0.17	0.23			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	15	0.09	0.12	0.15	0.08	0.18	0.22			
sand	8	0.09	0.09	0.09	0	0.09	0.09			
mar.clay	73	0.09	0.12	0.13	0.03	0.16	0.2			
fluv.clay	22	0.09	0.14	0.16	0.07	0.25	0.35			
Se summary statistics										

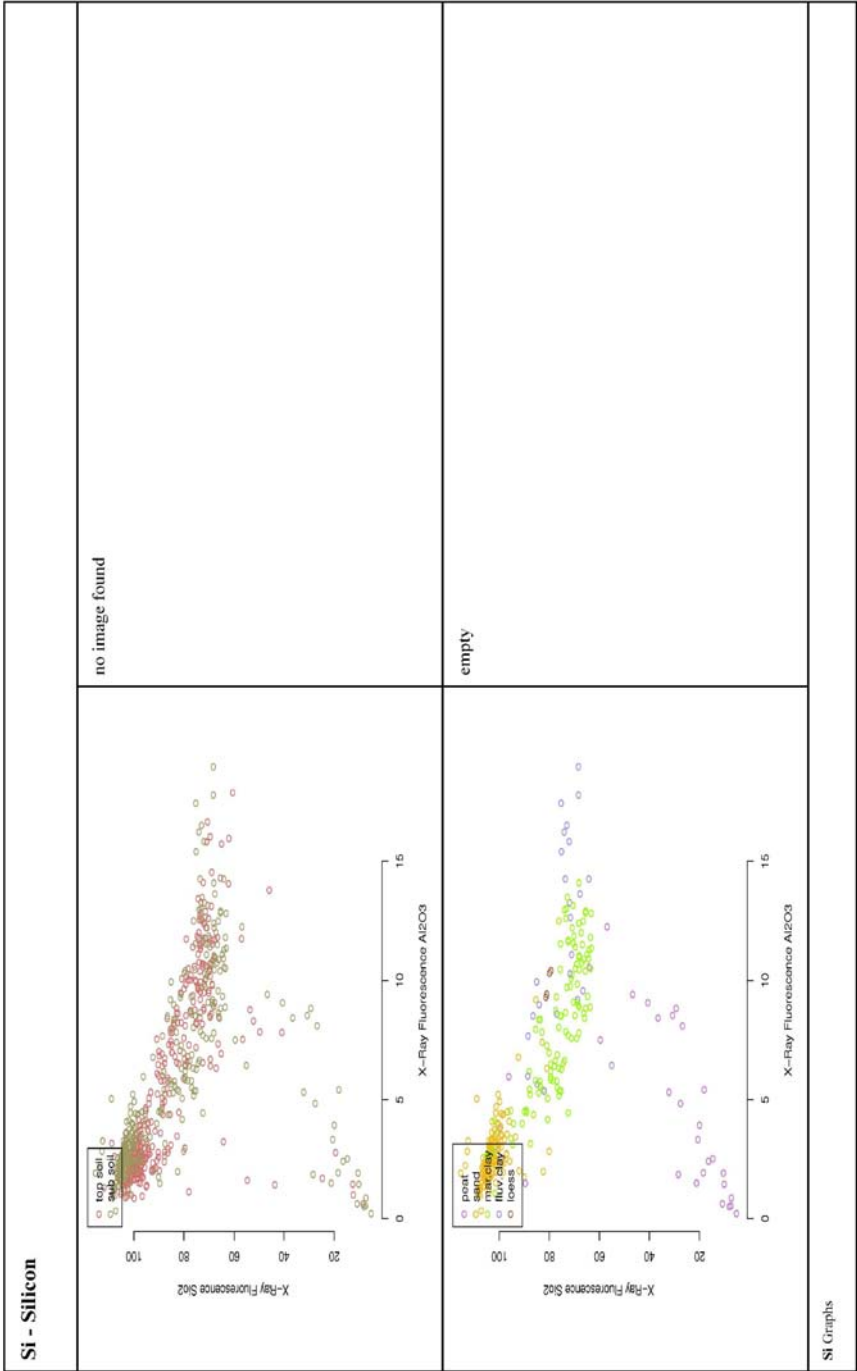


Si - Silicon

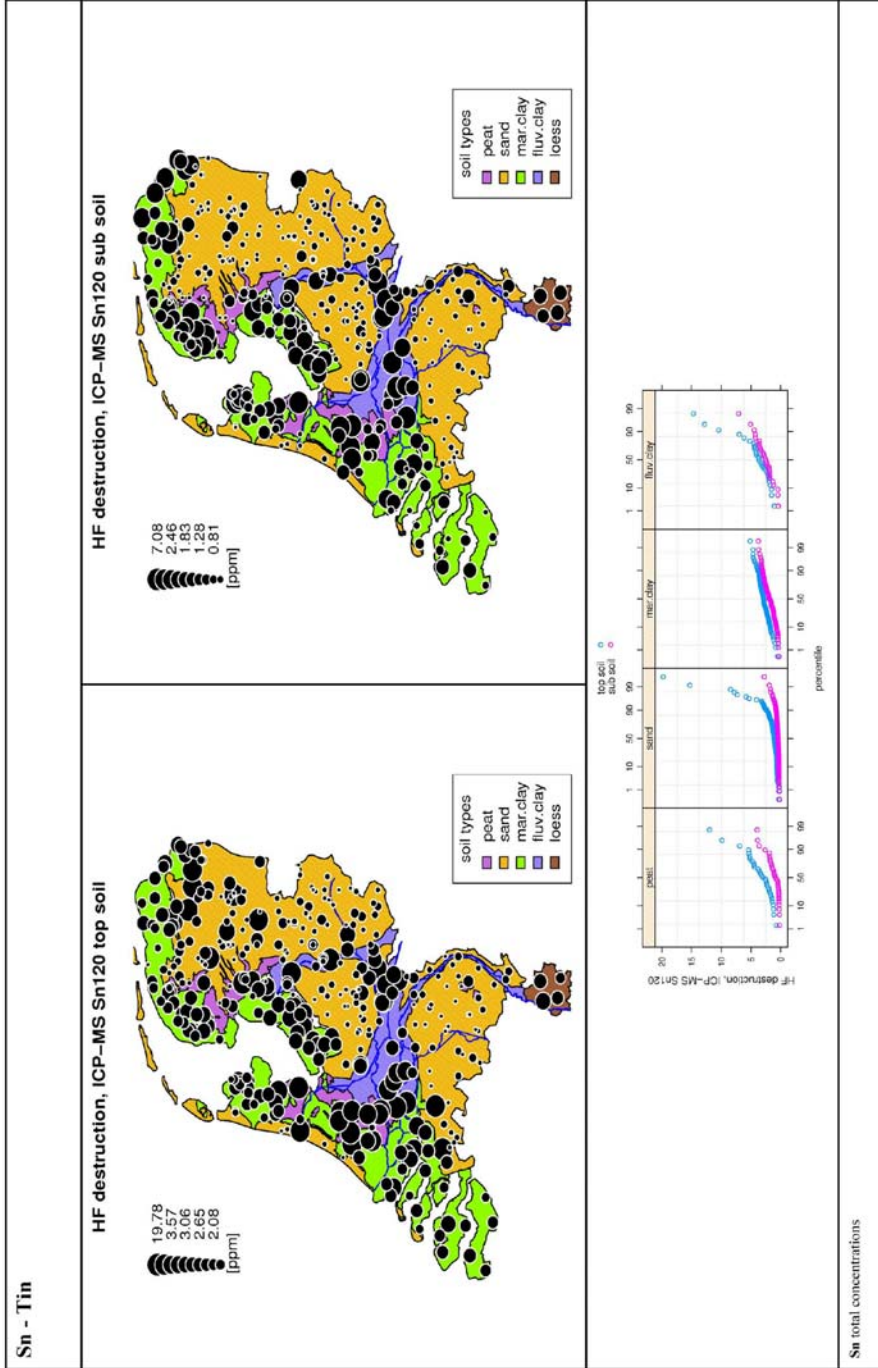


<p>Si - Silicon</p>	<p>no image found</p>	<p>no image found</p>
<p>no image found</p>	<p>SI relative concentrations</p>	

Si - Silicon										
total concentrations										
	n	min	p25	median	mad	p75	max			
topsoil	33	8.43	49.66	62.26	18.69	72.58	97.15			
peat	178	79.3	96.23	98.99	4.07	101.68	111.96			
sand	115	65.17	71.69	74.97	7.4	83.28	103.72			
mar.clay	28	65.03	72.95	78.3	10.24	87.2	101.25			
fluv.clay	n	min	p25	median	mad	p75	max			
subsoil	33	5.26	16.45	28.41	26.62	59.6	106.89			
peat	178	80.13	101.16	103.67	2.89	105.09	115.33			
sand	115	63.21	68.86	75.19	10.43	83.32	105.35			
mar.clay	28	55.09	70.51	73.86	8.67	84.94	104.68			
fluv.clay										
no data found										
Si summary statistics										

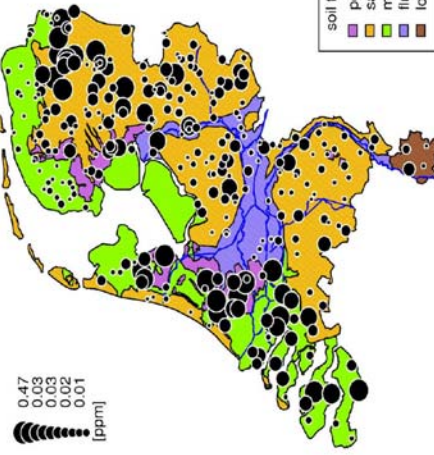


Sn - Tin

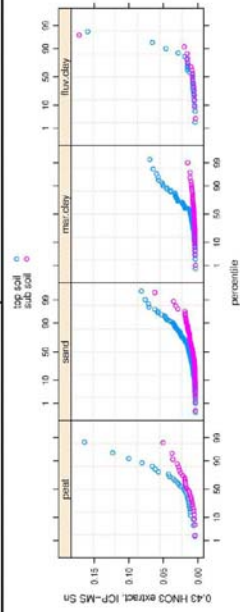
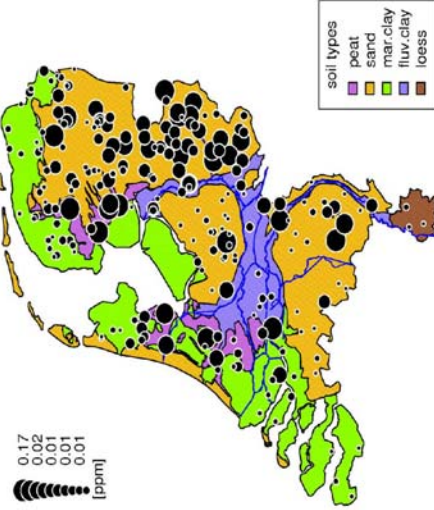


Sn - Tin

0.43 HNO3 extract, ICP-MS Sn top soil

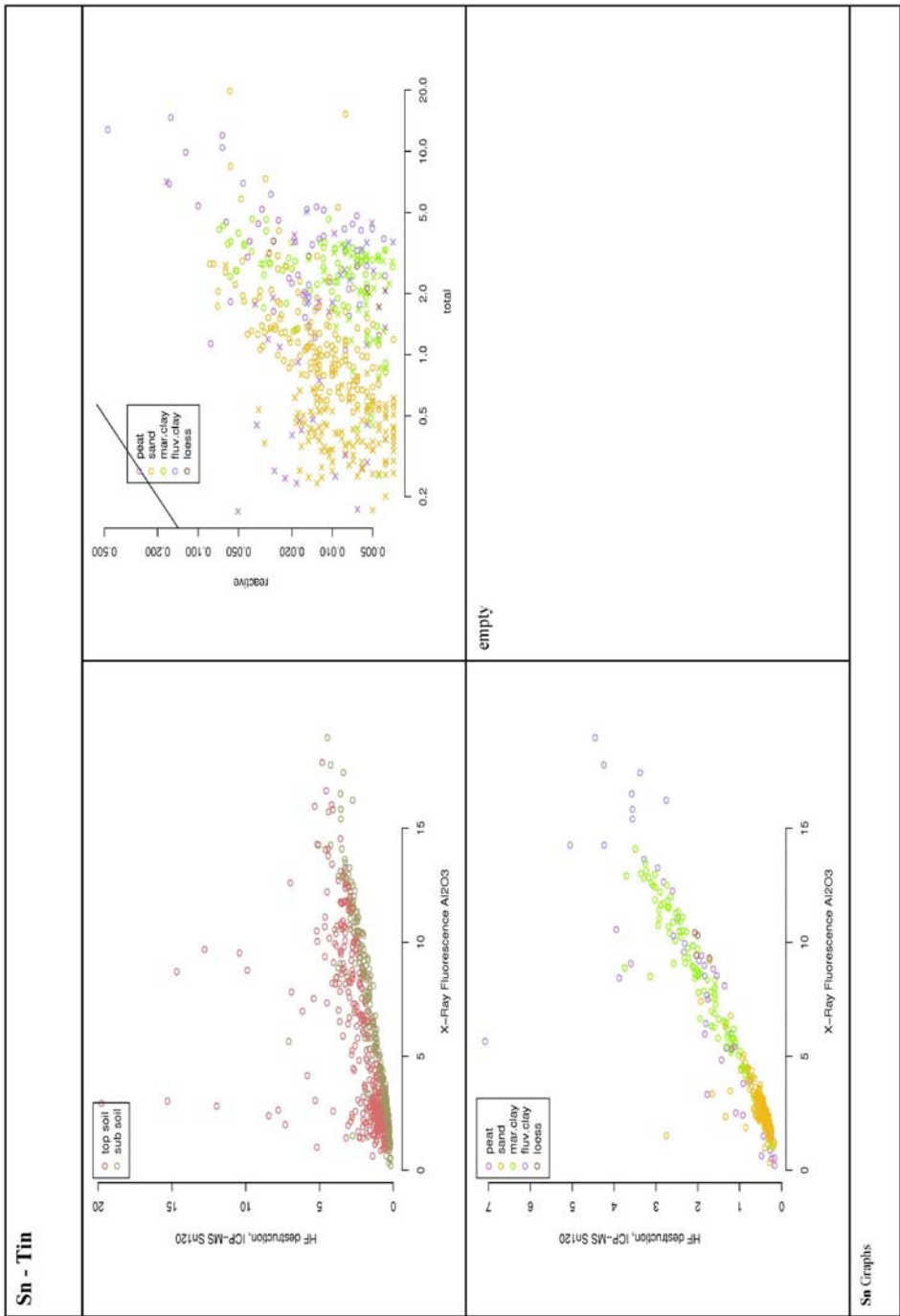


0.43 HNO3 extract, ICP-MS Sn sub soil

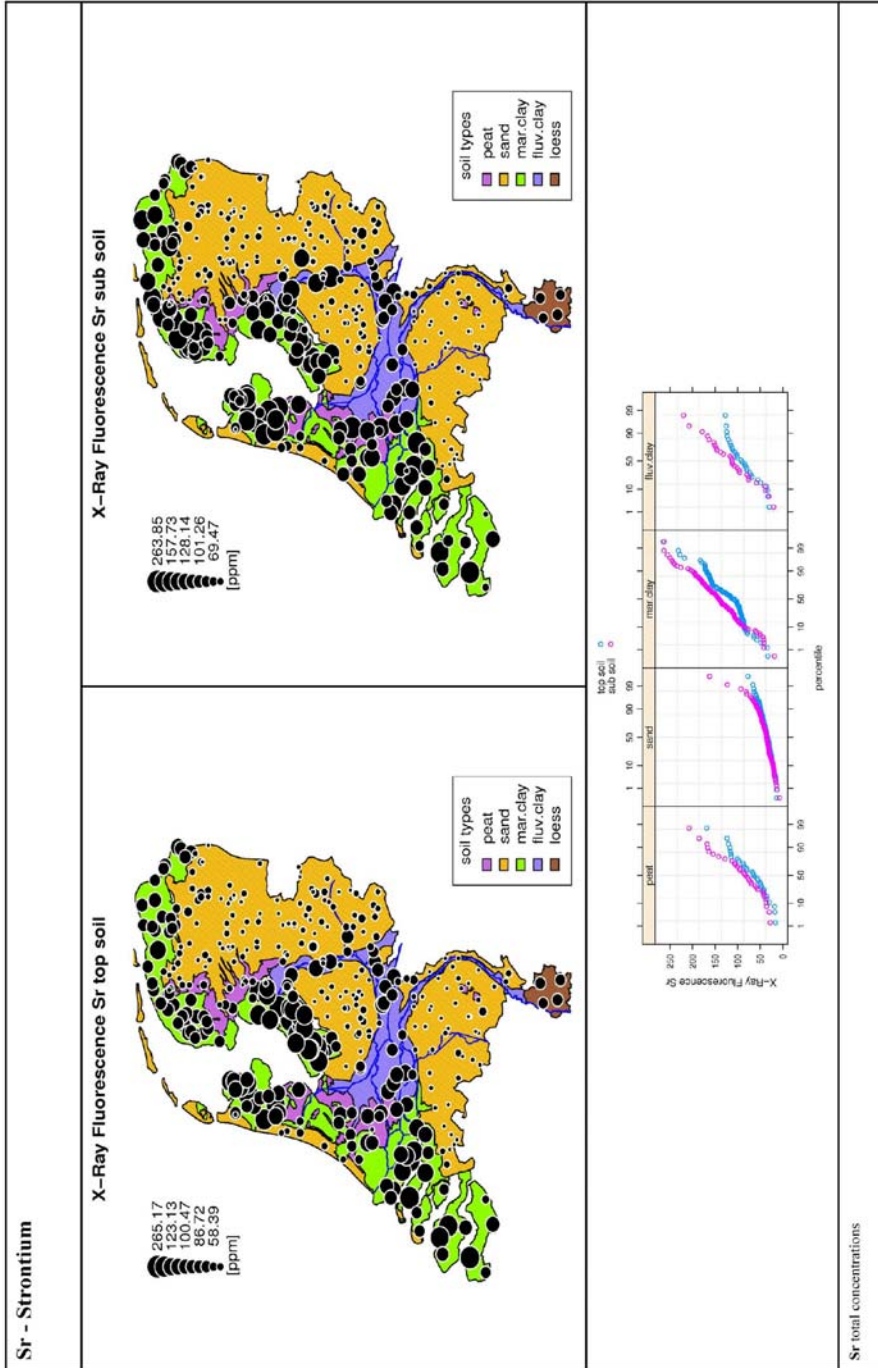


Sn reactive concentrations

Sn - Tin										
total concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.74	1.82	3.02	2.06	4.58	11.97			
sand	178	0.27	0.79	1.06	0.5	1.42	19.78			
mar.clay	115	0.49	2.27	2.88	0.82	3.4	5.14			
fluv.clay	28	1.06	2.18	3.65	1.96	4.43	14.67			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.17	0.32	0.91	0.94	1.63	3.95			
sand	178	0.17	0.34	0.43	0.15	0.55	2.75			
mar.clay	115	0.25	1.18	1.94	1.09	2.59	3.75			
fluv.clay	28	0.4	1.83	2.53	1.19	3.56	7.08			
reactive concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	30	0	0.01	0.02	0.01	0.04	0.16			
sand	155	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.08			
mar.clay	73	0	0.01	0.01	0.01	0.03	0.07			
fluv.clay	26	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.47			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	30	0	0.01	0.02	0.01	0.02	0.05			
sand	155	0	0	0.01	0.01	0.01	0.06			
mar.clay	73	0	0	0.01	0	0.01	0.02			
fluv.clay	26	0	0.01	0.01	0	0.02	0.17			
Sn summary statistics										

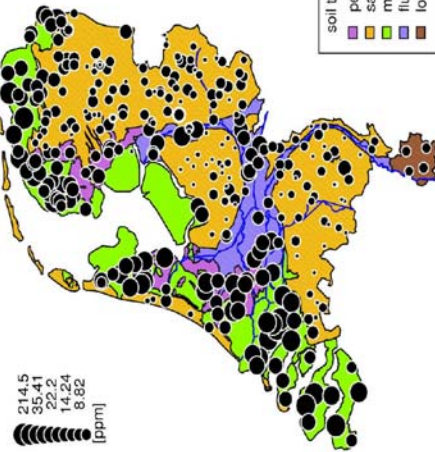


Sr - Strontium

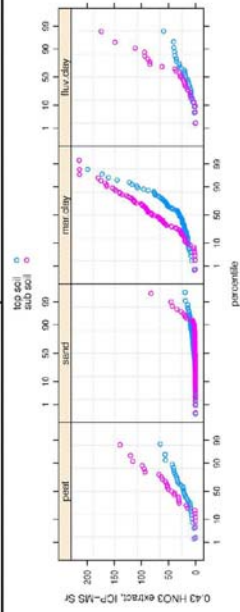
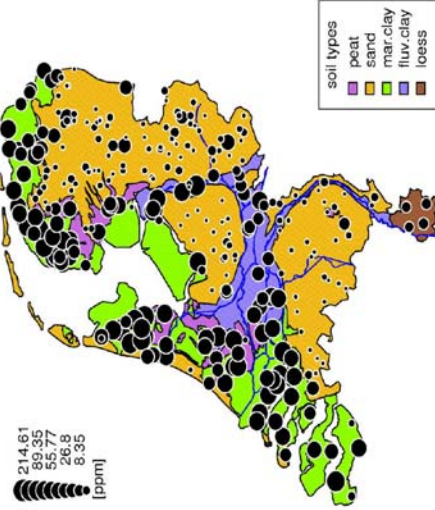


Sr - Strontium

0.43 HNO3 extract, ICP-MS Sr top soil

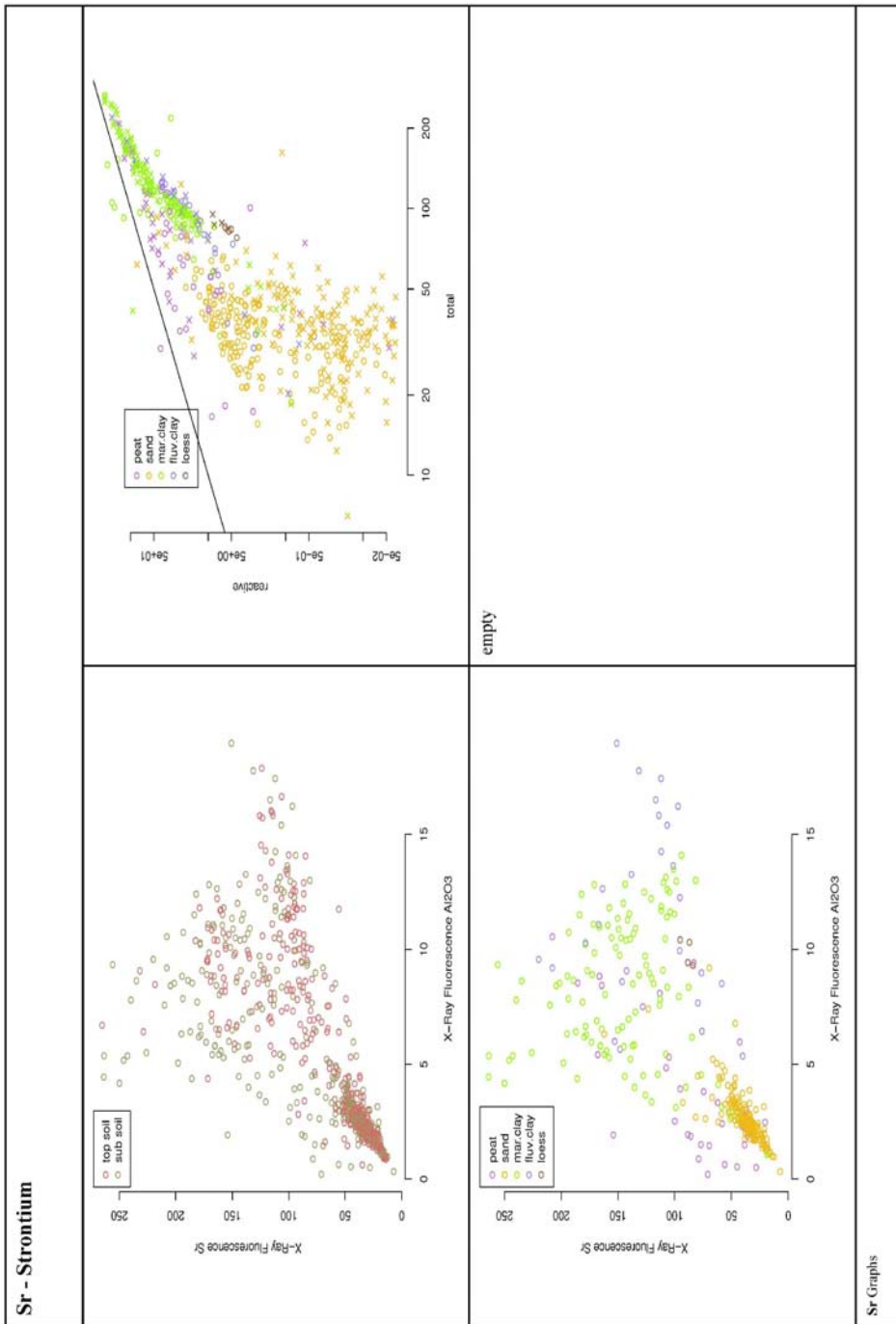


0.43 HNO3 extract, ICP-MS Sr sub soil

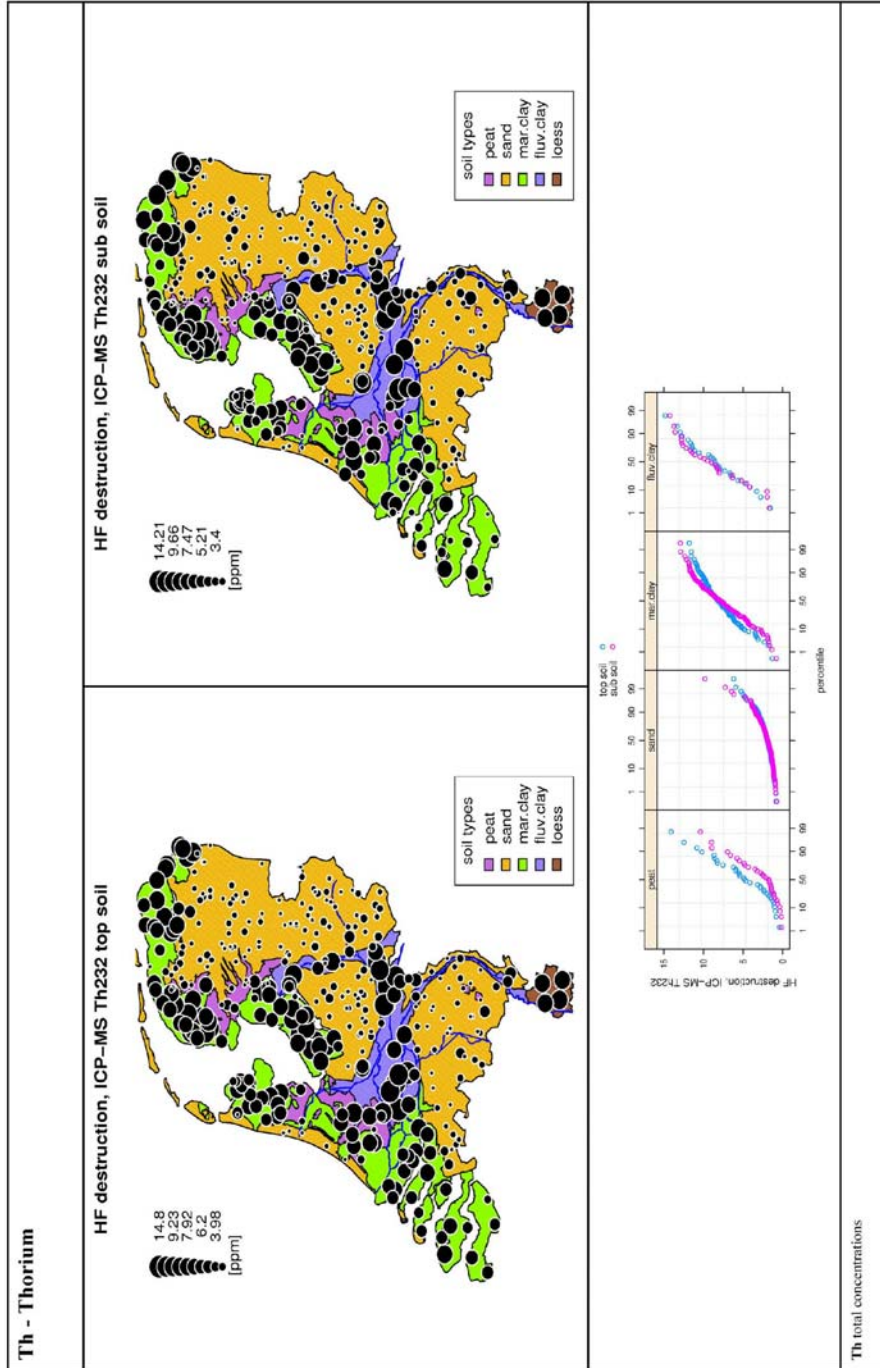


Sr relative concentrations

Sr - Strontium										
total concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	16.6	42.24	65.38	34.52	97.58	168.59			
sand	178	13.61	27.39	33.71	10.08	41.31	77.01			
mar.clay	115	33.32	93.51	107.88	31.73	156.12	285.17			
fluv.clay	28	30.03	70.15	91.31	32.95	113.37	127.42			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	28.02	55.81	83.09	44.3	112.97	207.79			
sand	178	7.04	30.28	35.58	10.11	44.8	162.13			
mar.clay	115	18.5	110.08	141.59	46.88	172.9	263.85			
fluv.clay	28	20.29	78.67	111.91	53.14	148.84	219.78			
reactive concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	2.63	9.66	22.06	18.78	34.94	65.17			
sand	170	0.05	0.43	3.11	3.98	5.65	19.28			
mar.clay	80	2.3	20.06	30.1	23.33	56.94	214.5			
fluv.clay	28	0.43	8.2	18.12	16.41	31.61	59.03			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0.05	17.5	44.12	34.44	63.2	139.49			
sand	170	0.04	0.15	0.32	0.38	1.11	82.22			
mar.clay	80	0.86	35.91	80.93	54.36	115.53	214.61			
fluv.clay	28	0.04	12.22	27.65	29.04	84.8	173.88			
Sr summary statistics										

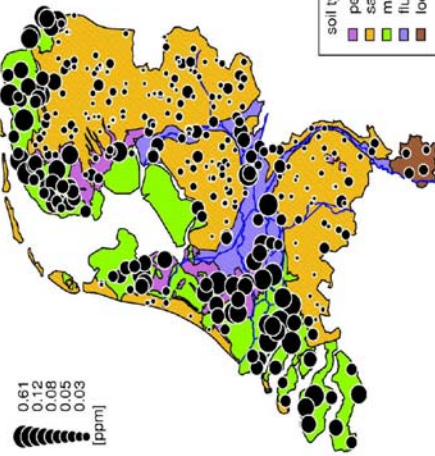


Th - Thorium

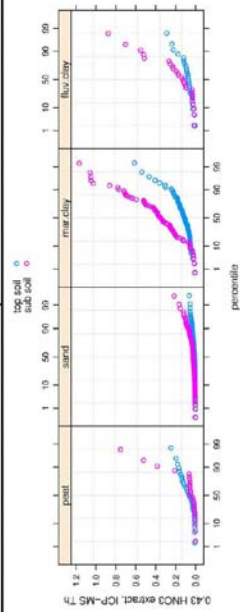
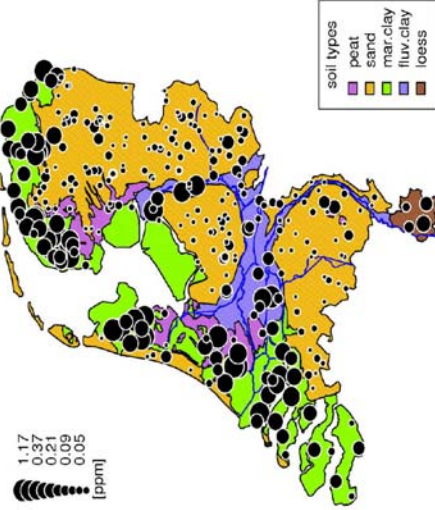


Th - Thorium

0.43 HNO3 extract, ICP-MS Th top soil

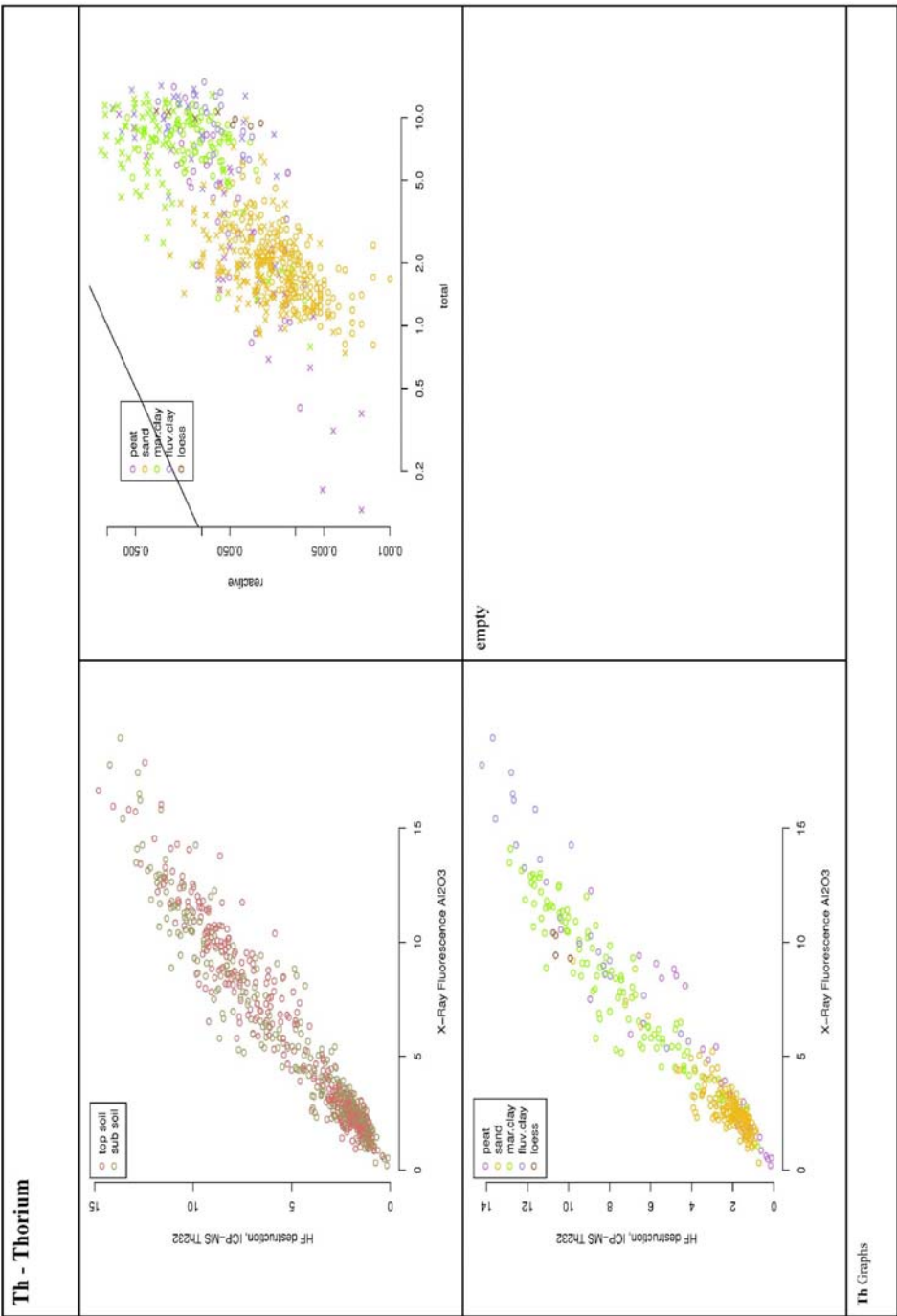


0.43 HNO3 extract, ICP-MS Th sub soil

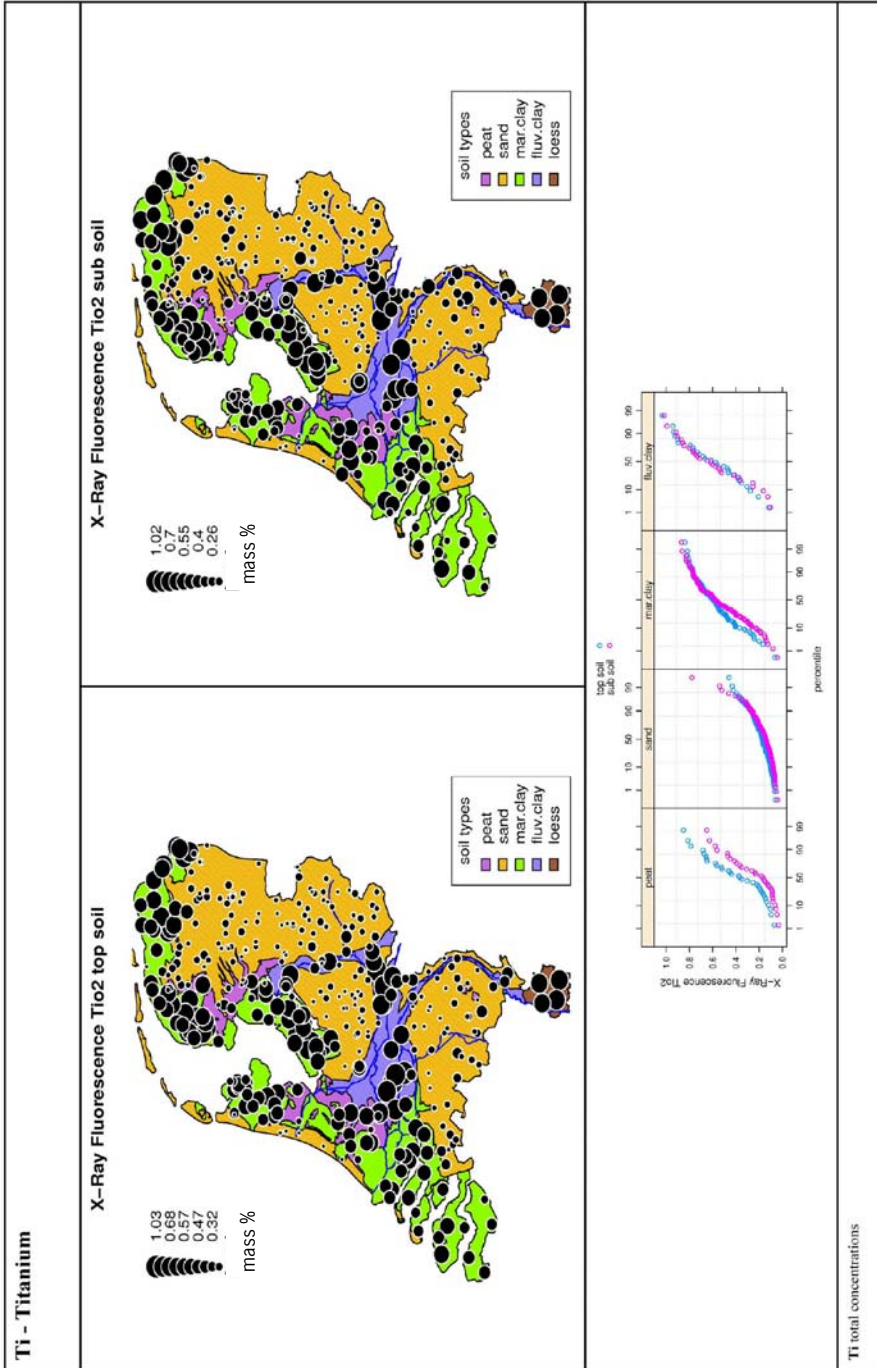


Th relative concentrations

Th - Thorium										
total concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.4	1.94	4.81	4.25	7.52	14.05			
sand	178	0.81	1.49	1.92	0.7	2.45	6.17			
mar.clay	115	1.31	6.64	8.2	2.09	9.37	11.79			
fluv.clay	28	1.56	6.49	8.56	3.98	11.38	14.8			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.13	1.11	1.76	1.68	4.76	10.38			
sand	178	0.74	1.39	1.9	0.78	2.48	9.78			
mar.clay	115	0.79	5.46	7.91	3.38	10.1	12.88			
fluv.clay	28	1.66	6.34	9.2	4.32	12.26	14.21			
reactive concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0.01	0.02	0.07	0.08	0.13	0.25			
sand	172	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.06			
mar.clay	80	0.01	0.07	0.11	0.07	0.17	0.61			
fluv.clay	28	0.01	0.05	0.07	0.04	0.1	0.29			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0	0.01	0.05	0.05	0.06	0.75			
sand	172	0	0.01	0.02	0.02	0.04	0.22			
mar.clay	80	0.01	0.22	0.36	0.22	0.51	1.17			
fluv.clay	28	0.02	0.04	0.13	0.14	0.24	0.88			
Th summary statistics										

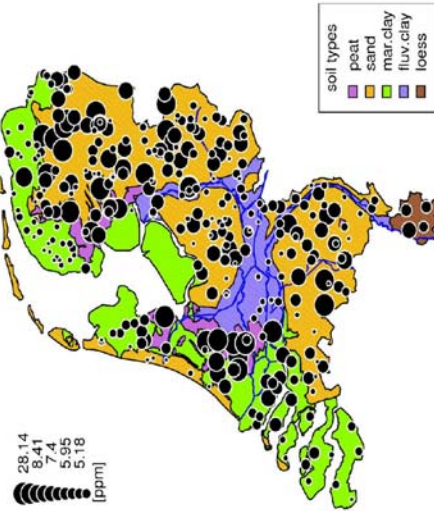


Ti - Titanium

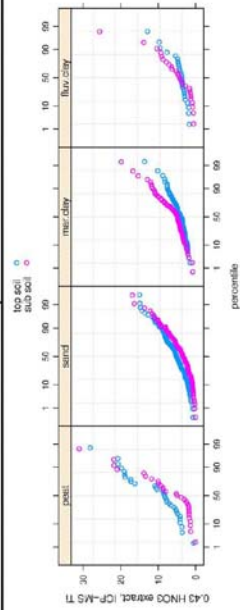
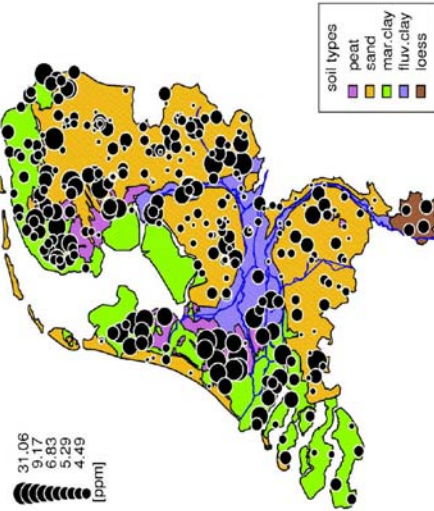


Ti - Titanium

0.43 HNO3 extract, ICP-MS Ti top soil

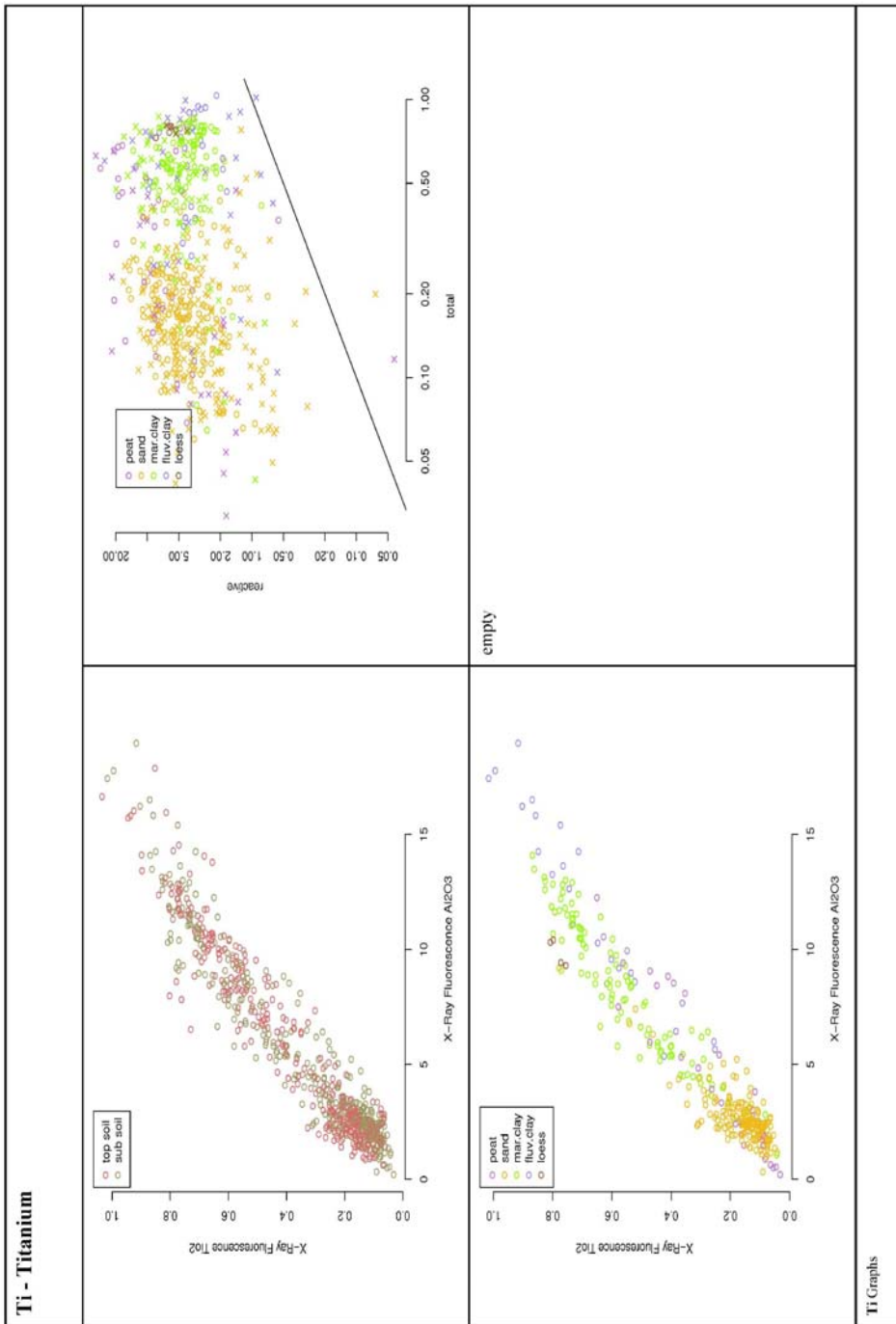


0.43 HNO3 extract, ICP-MS Ti sub soil

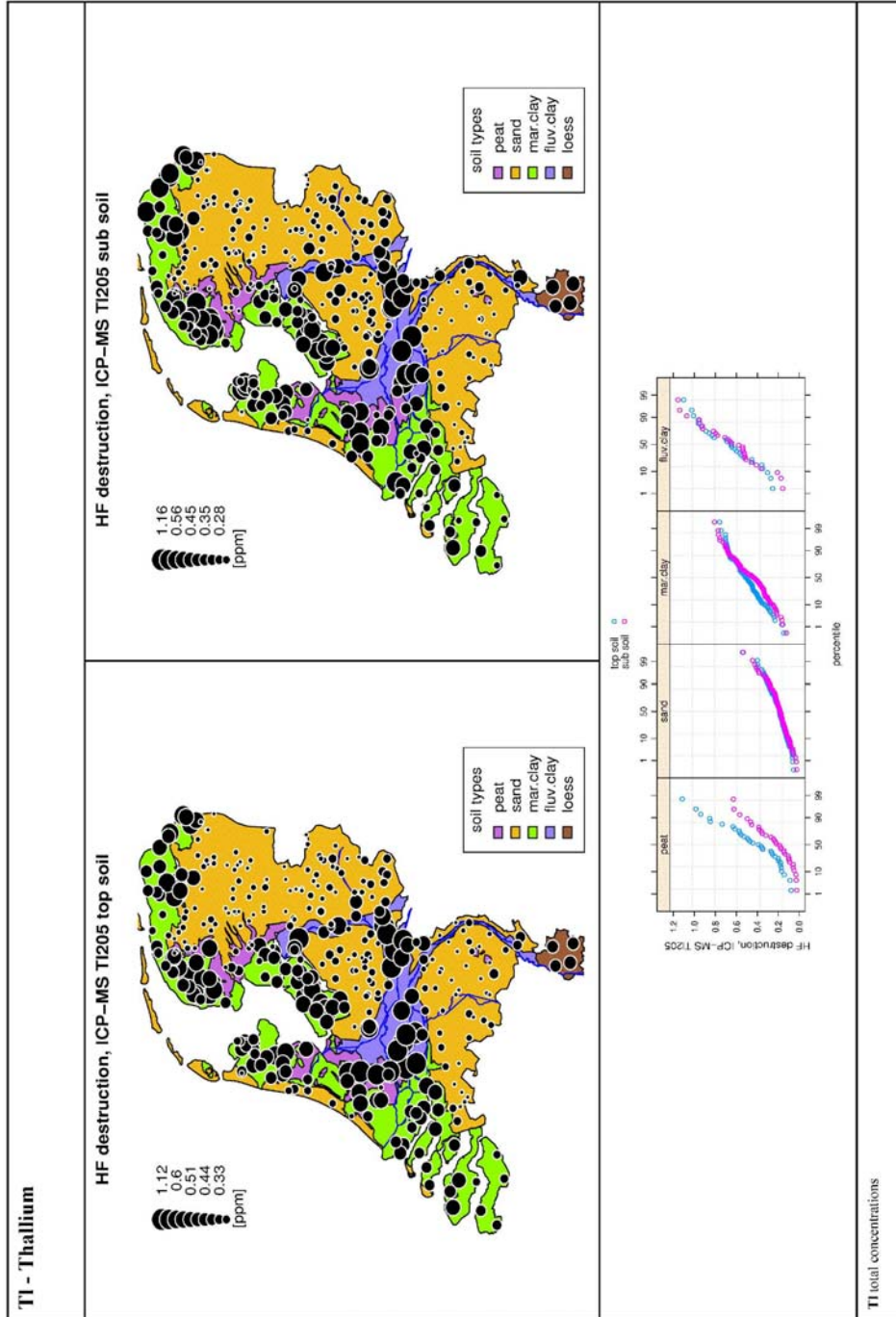


Ti relative concentrations

Ti - Titanium										
total concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.07	0.18	0.37	0.3	0.58	0.85			
sand	178	0.06	0.13	0.17	0.07	0.22	0.46			
mar.clay	115	0.06	0.49	0.59	0.15	0.69	0.84			
fluv.clay	28	0.11	0.4	0.59	0.28	0.78	1.03			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.03	0.09	0.17	0.14	0.39	0.65			
sand	178	0.04	0.1	0.14	0.07	0.2	0.79			
mar.clay	115	0.04	0.4	0.58	0.23	0.71	0.87			
fluv.clay	28	0.1	0.41	0.63	0.32	0.81	1.02			
reactive concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0.56	5.27	8.35	5.68	17.31	28.14			
sand	172	0.71	3.21	5.17	3.09	7.65	14.97			
mar.clay	80	0.81	3.04	3.95	1.68	5.68	13.64			
fluv.clay	28	1.74	3.09	3.74	1.12	4.59	12.84			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0.04	1.86	5.01	5.32	10.03	31.06			
sand	172	0.07	1.94	3.41	2.71	5.51	16.9			
mar.clay	80	0.75	3.91	4.97	2.43	8.49	19.84			
fluv.clay	28	0.57	1.51	4.31	4.28	7.49	25.63			
TI summary statistics										

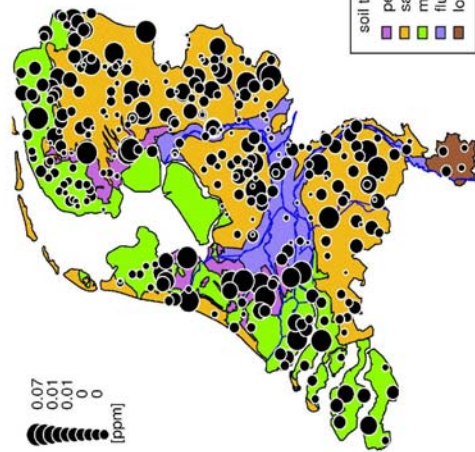


TI - Thallium

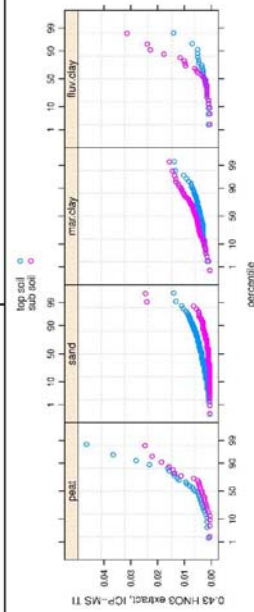
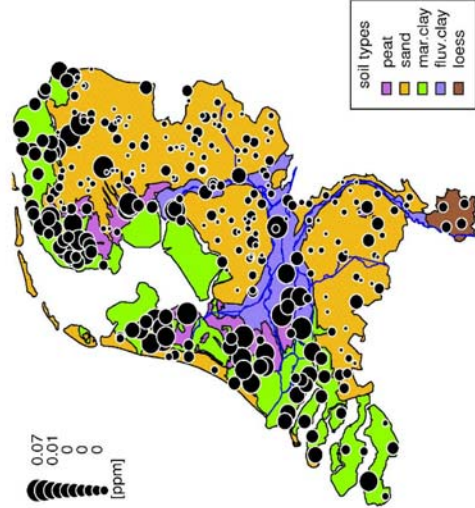


Tl - Thallium

0.43 HNO3 extract, ICP-MS Tl top soil



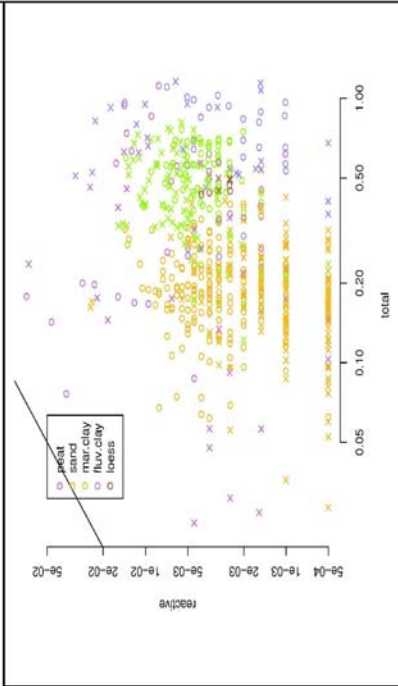
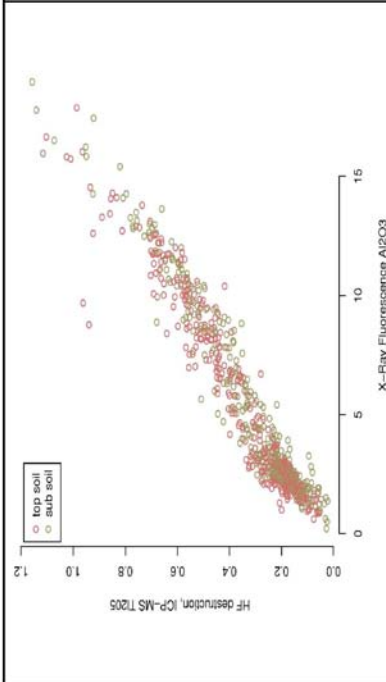
0.43 HNO3 extract, ICP-MS Tl sub soil



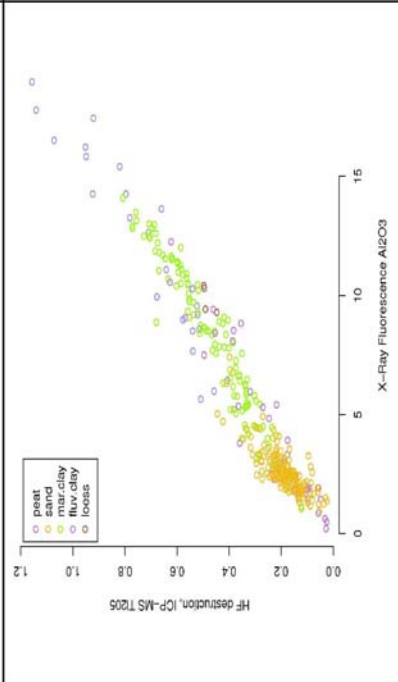
Tl relative concentrations

Tl - Thallium										
total concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.08	0.2	0.39	0.28	0.57	1.12			
sand	177	0.05	0.15	0.19	0.06	0.24	0.54			
mar.clay	115	0.15	0.42	0.51	0.12	0.59	0.76			
fluv.clay	28	0.25	0.51	0.65	0.3	0.9	1.1			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.02	0.1	0.2	0.19	0.36	0.63			
sand	177	0.03	0.14	0.18	0.06	0.22	0.53			
mar.clay	115	0.12	0.33	0.44	0.18	0.59	0.81			
fluv.clay	28	0.16	0.51	0.61	0.27	0.85	1.16			
reactive concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0	0	0.01	0.01	0.01	0.07			
sand	171	0	0	0	0	0	0.01			
mar.clay	80	0	0	0	0	0.01	0.01			
fluv.clay	28	0	0	0	0	0	0.01			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0	0	0	0	0.01	0.07			
sand	171	0	0	0	0	0	0.02			
mar.clay	80	0	0	0.01	0	0.01	0.02			
fluv.clay	28	0	0	0	0	0.01	0.03			
Tl summary statistics										

Tl - Thallium

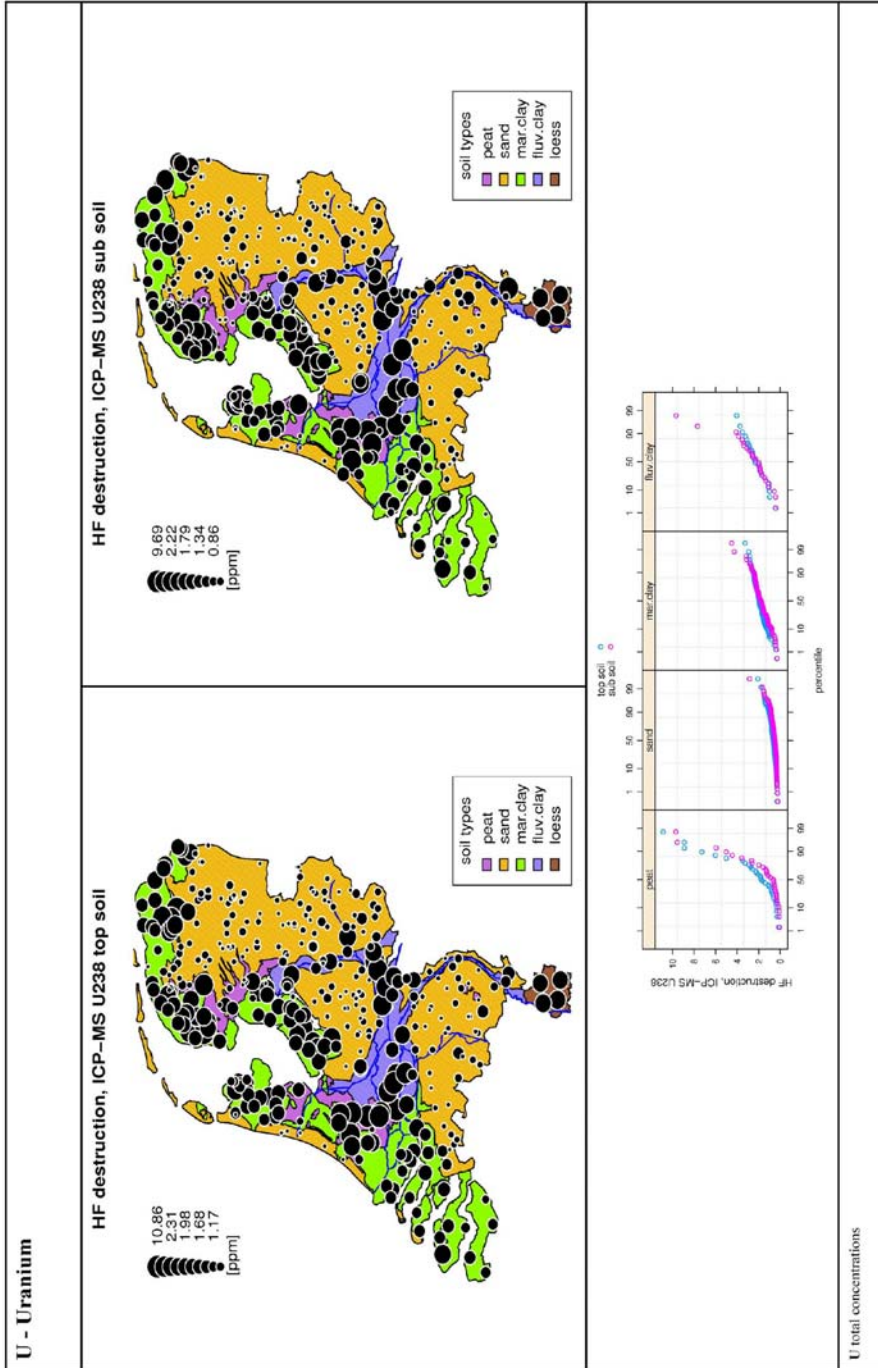


empty



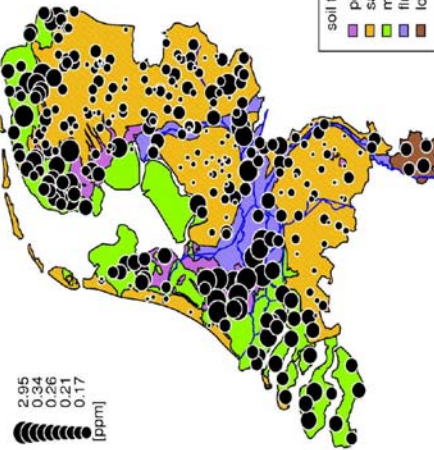
Tl Graphs

U - Uranium

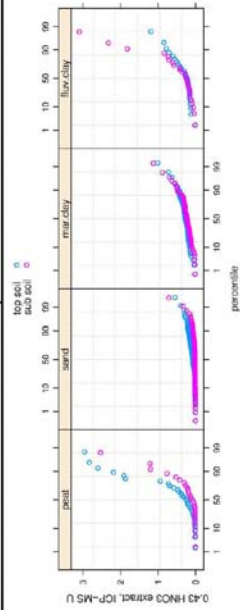
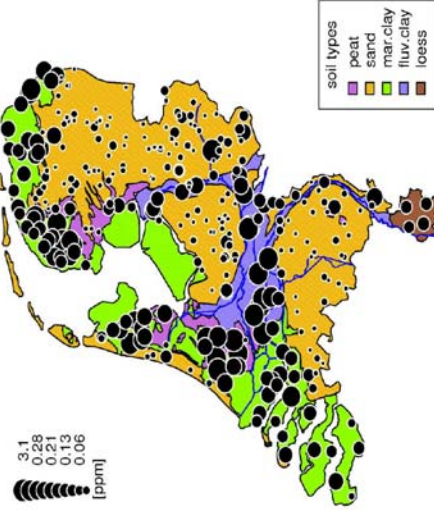


U - Uranium

0.43 HNO3 extract, ICP-MS U top soil

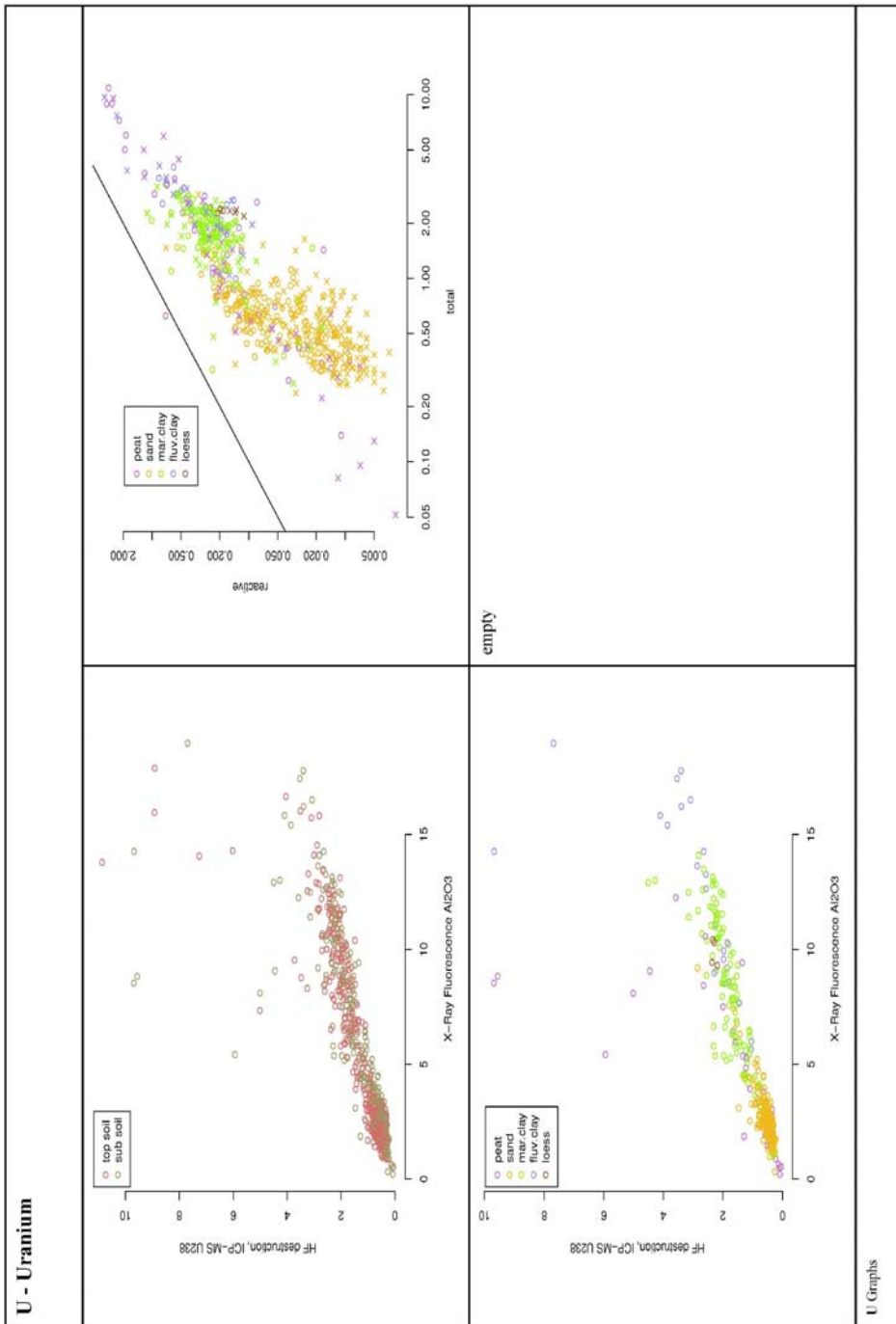


0.43 HNO3 extract, ICP-MS U sub soil

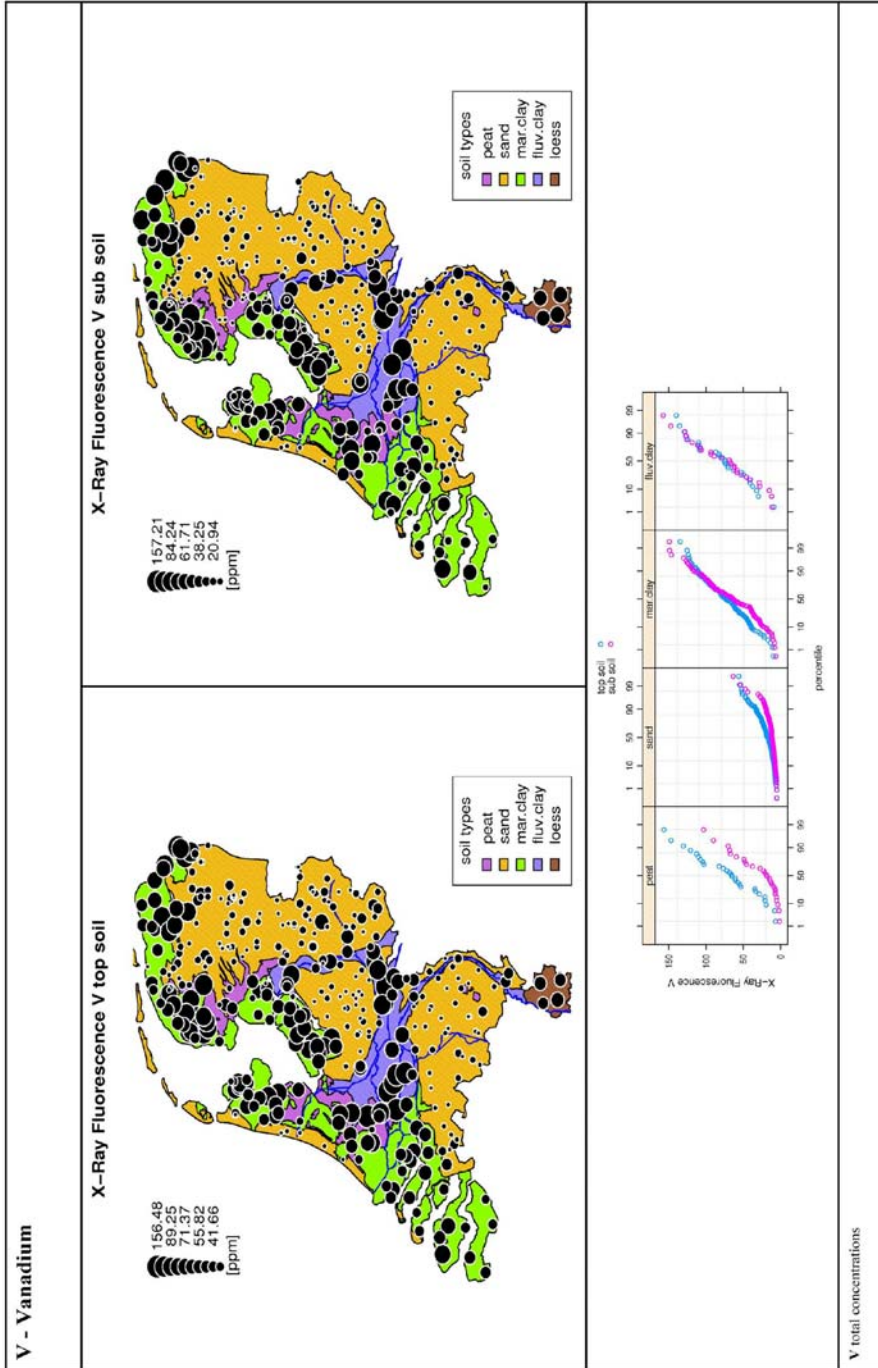


U reactive concentrations

U - Uranium										
total concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.14	0.7	1.79	1.61	2.88	10.86			
sand	178	0.27	0.5	0.64	0.24	0.8	2.07			
mar.clay	115	0.32	1.64	1.96	0.48	2.27	3.25			
fluv.clay	28	0.45	1.62	2.32	0.89	2.83	4.04			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	33	0.05	0.37	0.64	0.8	1.99	9.69			
sand	178	0.22	0.38	0.48	0.21	0.66	2.85			
mar.clay	115	0.27	1.29	1.77	0.67	2.22	4.5			
fluv.clay	28	0.4	1.6	2.12	1.13	3.16	9.68			
reactive concentrations										
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0.01	0.07	0.25	0.32	0.71	2.95			
sand	172	0.01	0.03	0.08	0.08	0.13	0.55			
mar.clay	80	0.02	0.21	0.28	0.1	0.34	1.02			
fluv.clay	28	0.02	0.17	0.23	0.14	0.48	1.2			
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max			
peat	32	0	0.01	0.1	0.13	0.27	2.54			
sand	172	0	0.01	0.02	0.01	0.03	0.72			
mar.clay	80	0.02	0.16	0.24	0.11	0.3	1.13			
fluv.clay	28	0.01	0.16	0.25	0.24	0.59	3.1			
U summary statistics										

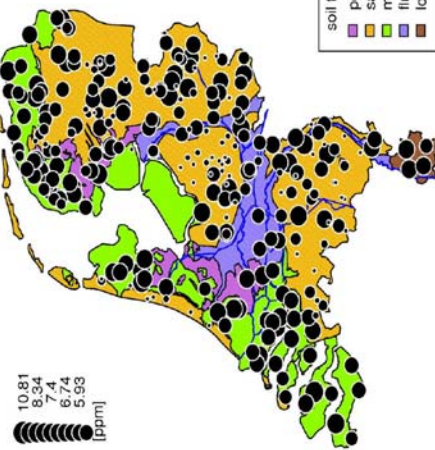


V - Vanadium

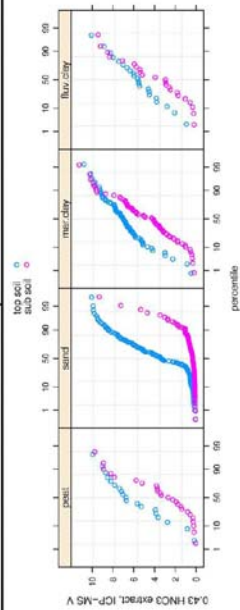
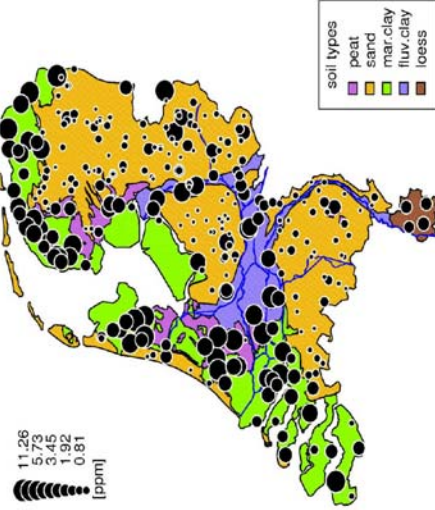


V - Vanadium

0.43 HNO3 extract, ICP-MS V top soil



0.43 HNO3 extract, ICP-MS V sub soil



V reactive concentrations

V - Vanadium

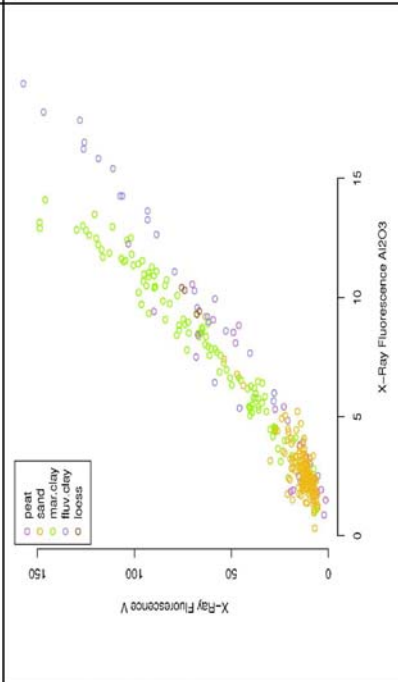
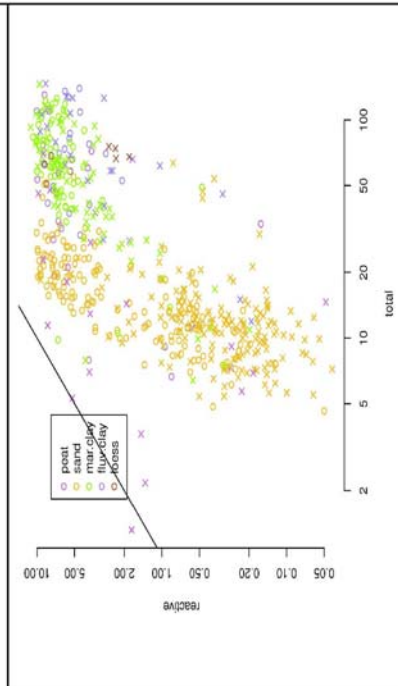
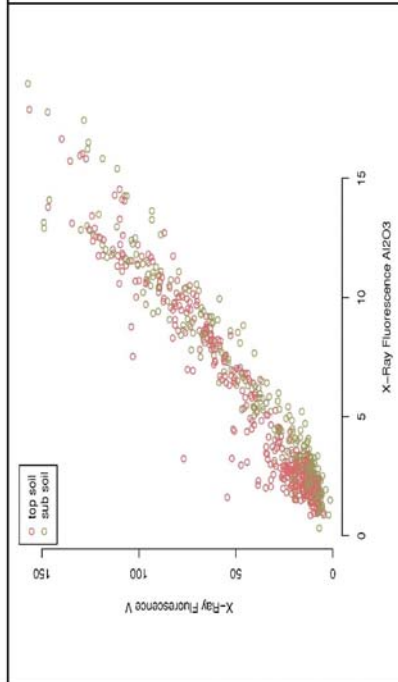
total concentrations							
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max
peat	28	6.65	34.09	65.46	55.35	104.79	156.48
sand	178	4.63	11.45	17.19	8.92	23.71	55.82
mar.clay	115	9.81	53.71	73.43	32.1	95.08	134.34
fluv.clay	28	9.09	48.87	74.79	49.27	108.94	139.71
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max
peat	28	1.32	9.15	20.94	24.76	48.91	103.17
sand	178	5.41	8.72	11.42	4	14.03	63.53
mar.clay	115	6.41	36.96	63.49	40.8	92.73	148.98
fluv.clay	28	11.12	51.01	68.29	48.77	108.34	157.21

reactive concentrations

topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max
peat	19	0.16	3.89	6.74	2.64	8.03	9.96
sand	153	0.05	0.66	3.4	4.06	6.14	10.06
mar.clay	71	0.48	6.05	7.01	1.52	8.06	10.81
fluv.clay	22	0.94	4.5	5.58	1.87	6.93	10.08
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max
peat	19	0.19	0.75	1.83	2.37	3.76	9.76
sand	153	0.04	0.16	0.3	0.24	0.65	9.32
mar.clay	71	0.2	2.88	4.08	3.04	6.67	11.26
fluv.clay	22	0.19	1.43	2.9	3.73	5.87	9.44

V summary statistics

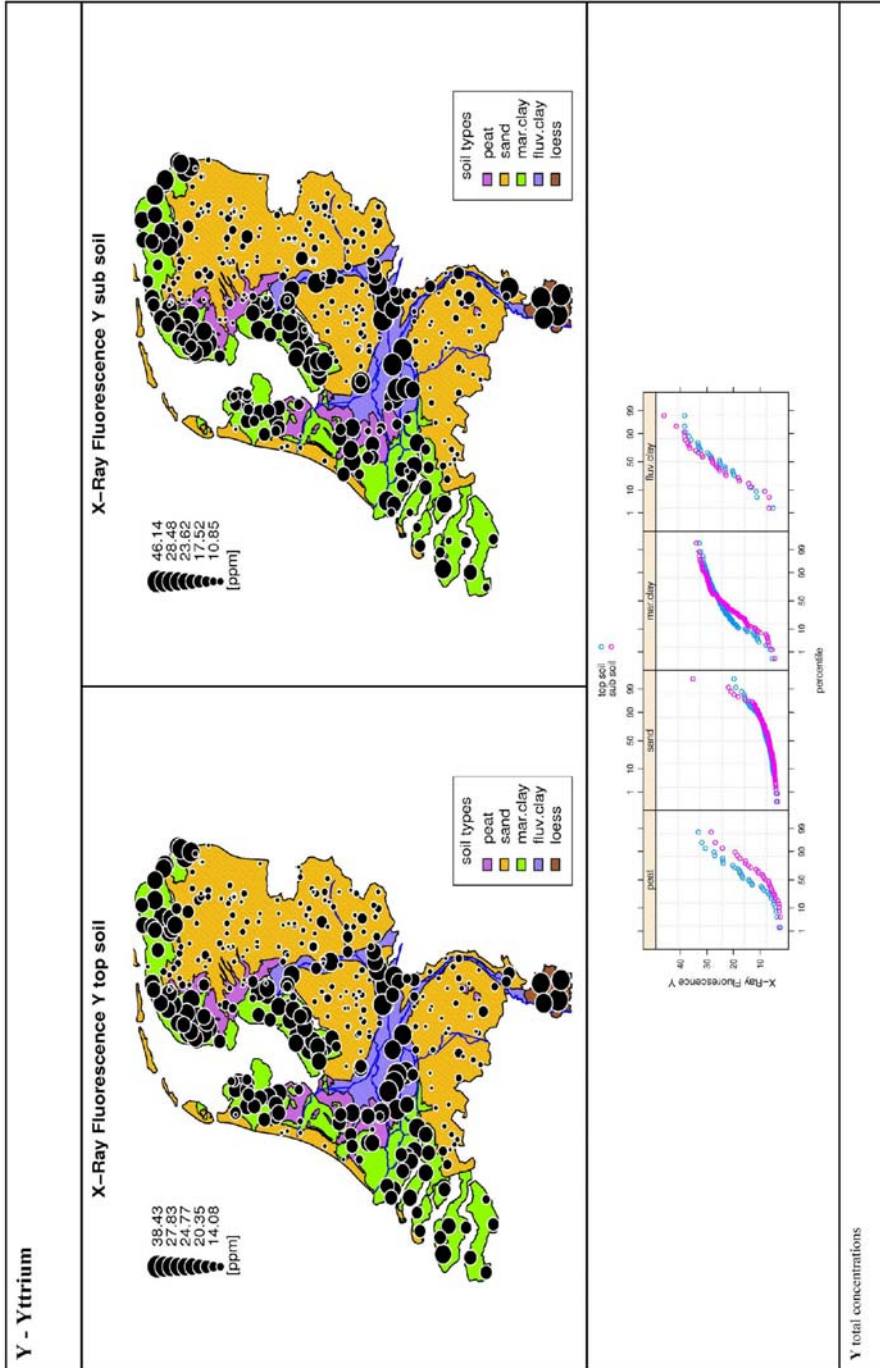
V - Vanadium



empty

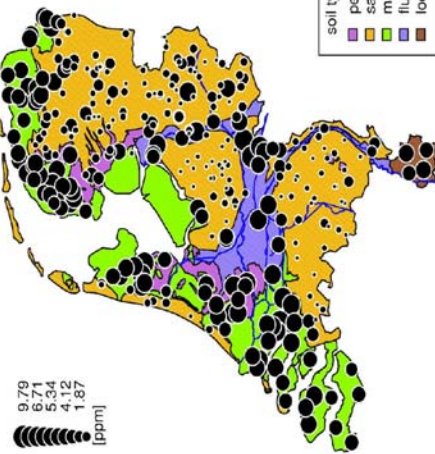
V Graphs

Y - Yttrium

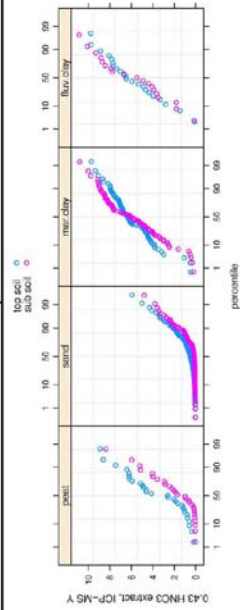
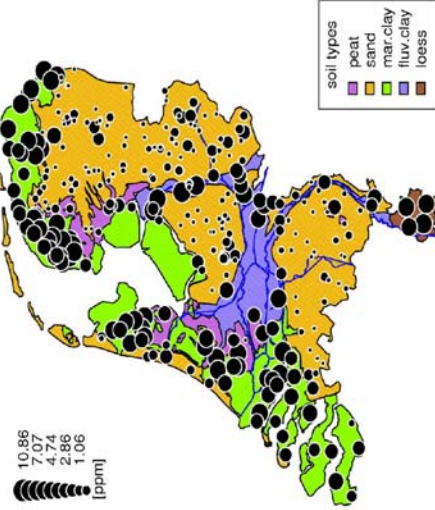


Y - Yttrium

0.43 HNO3 extract, ICP-MS Y top soil



0.43 HNO3 extract, ICP-MS Y sub soil



Y reactive concentrations

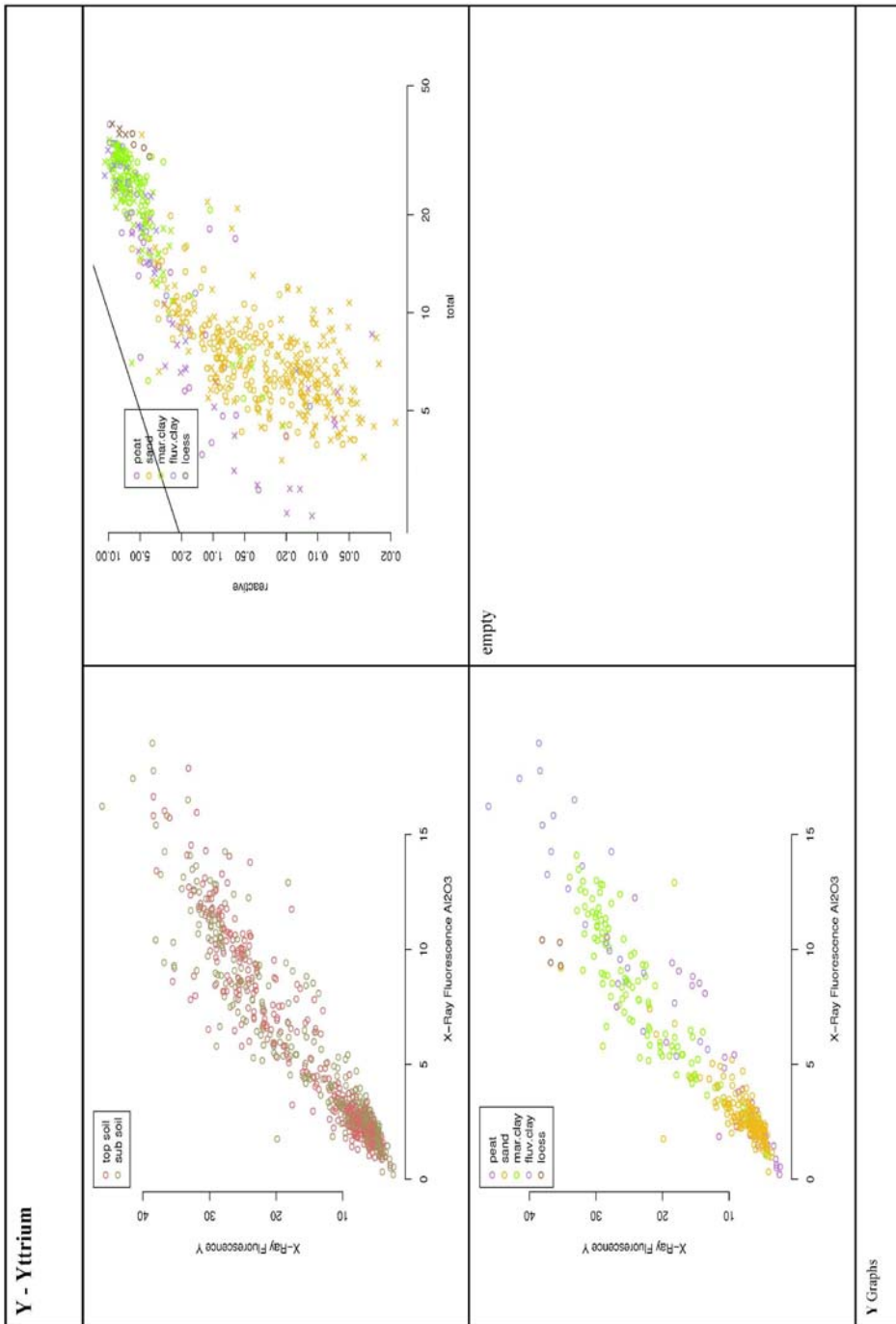
Y - Yttrium

total concentrations							
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max
peat	33	2.85	6.78	14.26	11.09	20.27	33.18
sand	178	3.92	5.86	7.32	2.15	8.76	19.85
mar.clay	115	5.44	21.91	25.44	4.27	28.15	32.87
fluv.clay	28	5.15	19.47	25.19	10.81	32.86	38.43
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max
peat	33	2.37	4.69	7.97	5.6	14.45	28.38
sand	178	3.52	5.4	6.67	2.14	8.37	35.26
mar.clay	115	4.48	18.02	24.77	7.03	29.04	33.95
fluv.clay	28	6.62	21.65	27.84	12.95	36.49	46.14

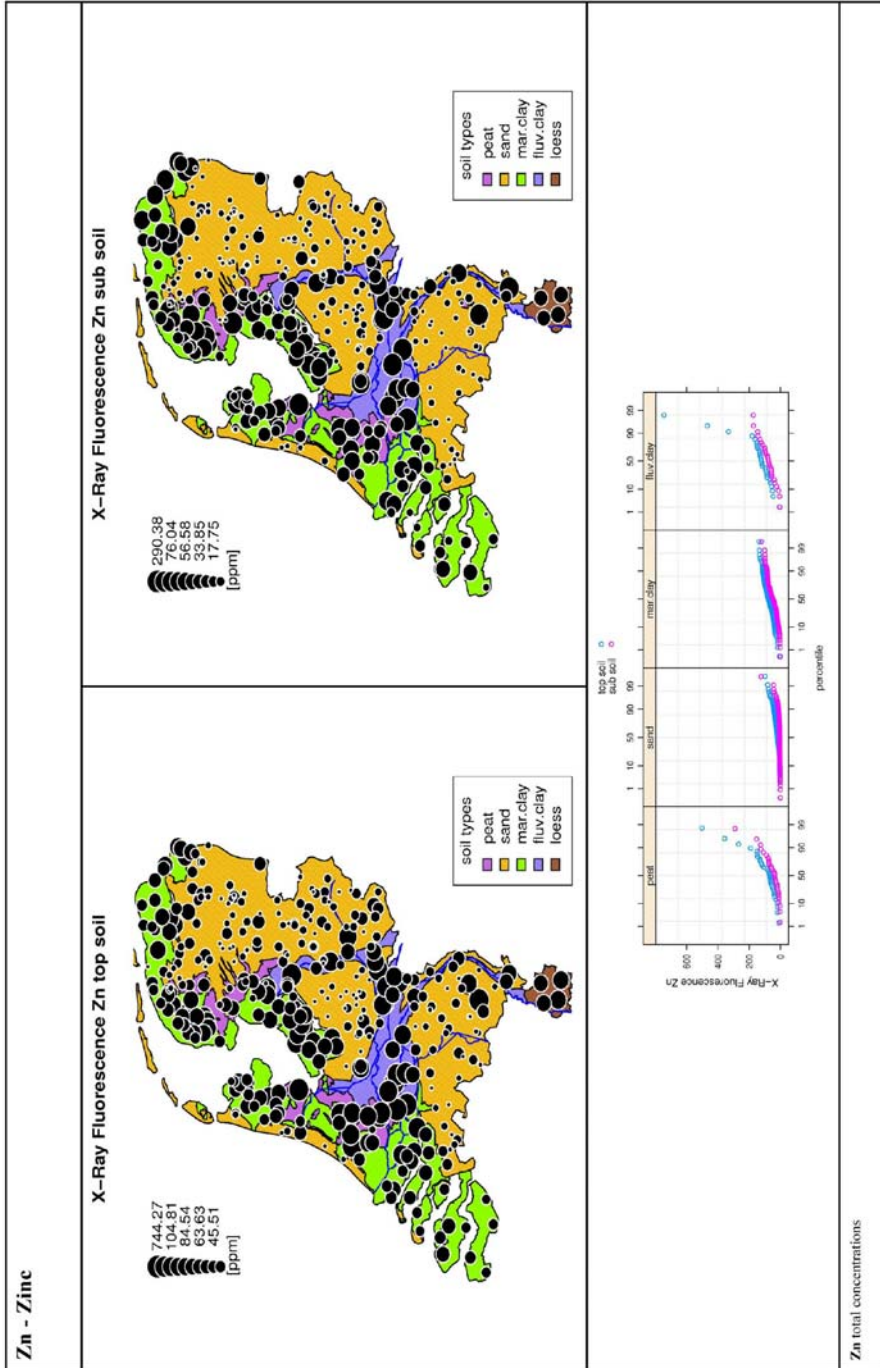
reactive concentrations

topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max
peat	29	0.2	1.08	2.61	2.97	5.92	8.92
sand	172	0.04	0.21	0.49	0.5	0.95	5.94
mar.clay	80	0.48	4.71	6.29	1.87	7.12	9.72
fluv.clay	22	0.12	4.44	6.49	2.37	7.73	9.79
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max
peat	29	0.03	0.16	0.96	1.33	2.75	8.38
sand	172	0.02	0.08	0.15	0.13	0.61	4.81
mar.clay	80	0.21	4.17	6.08	3.01	8.15	10.82
fluv.clay	22	0.16	3.7	6.09	3.74	8.64	10.86

Y summary statistics

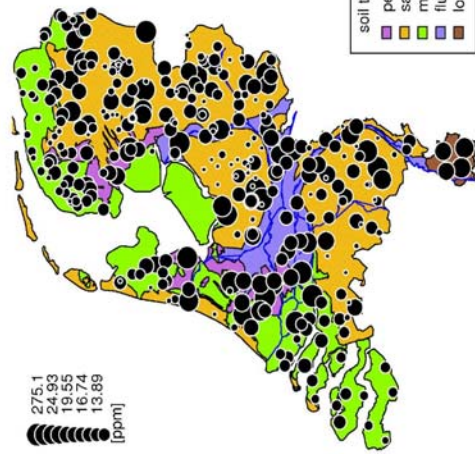


Zn - Zinc



Zn - Zinc

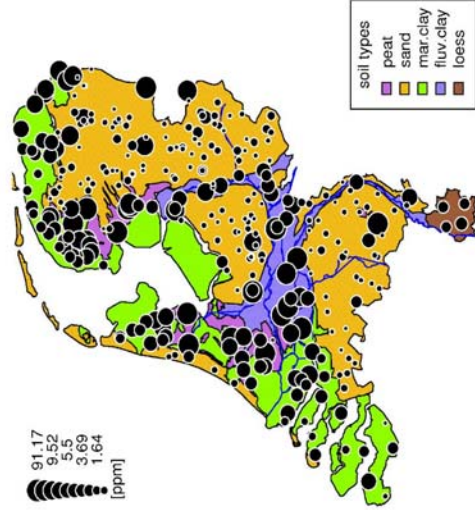
0.43 HNO3 extract, ICP-MS Zn top soil



soil types
peat
sand
mar. clay
fluv. clay
loess

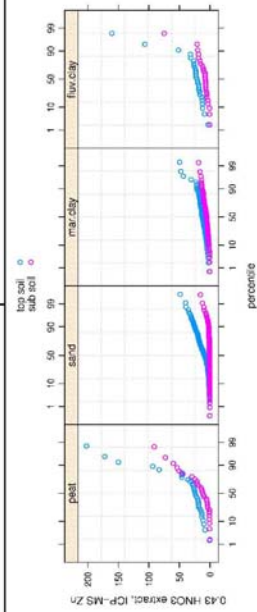
275.1
24.93
19.55
16.74
13.89
[ppm]

0.43 HNO3 extract, ICP-MS Zn sub soil



soil types
peat
sand
mar. clay
fluv. clay
loess

91.17
9.52
5.5
3.69
1.64
[ppm]



Zn reactive concentrations

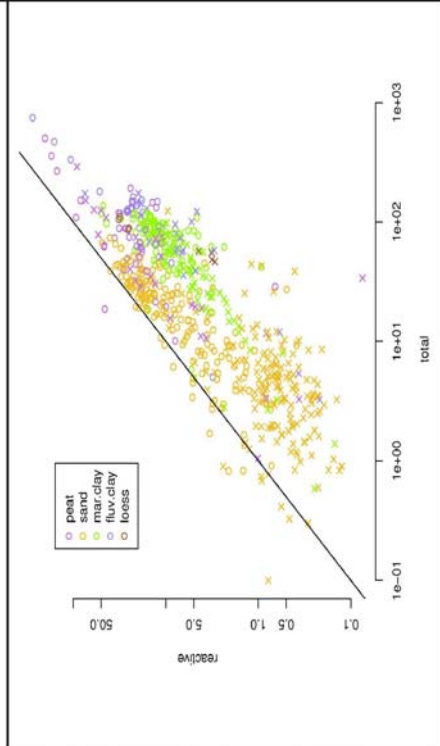
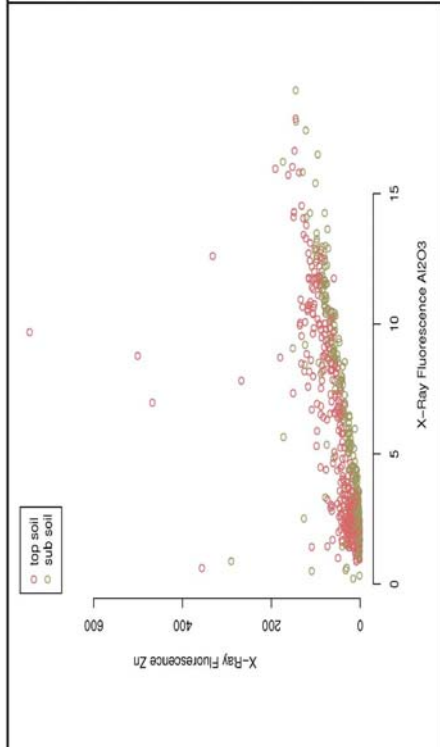
Zn - Zinc

total concentrations							
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max
peat	33	10.11	44.52	67.36	57.52	127.96	501.17
sand	175	0.82	8.29	19.5	15.74	29.44	98.2
mar.clay	115	5.81	51.76	77.42	35.37	99.58	135.86
fluv.clay	28	5.01	87.48	121.23	46.9	148.4	744.27
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max
peat	33	1.05	17.31	34.75	35.78	73.9	290.38
sand	175	0.1	1.95	4.03	3.34	6.6	123.81
mar.clay	115	0.58	24.05	48.16	36.64	77.23	121.21
fluv.clay	28	3.26	55.74	75.88	34.46	103.72	173.81

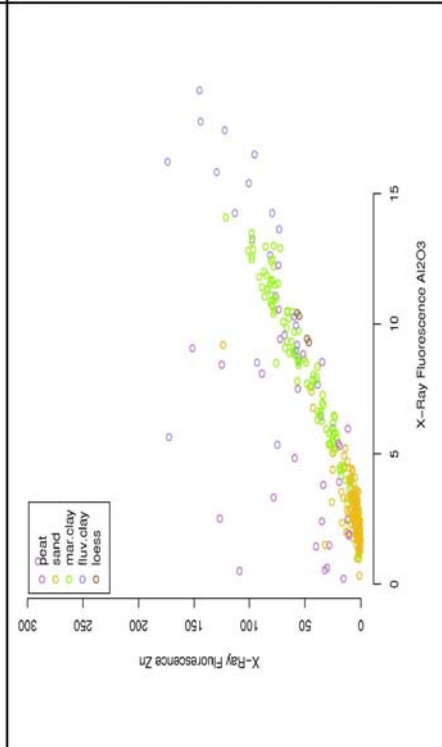
reactive concentrations							
topsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max
peat	32	0.66	17.65	24.01	13.51	38.21	202.24
sand	172	0.19	3.13	8.73	9.69	17.76	48.51
mar.clay	80	0.93	7.95	12.47	5.9	15.93	49.2
fluv.clay	28	3.11	16.53	21.71	7.51	26.16	275.1
subsoil	n	min	p25	median	mad	p75	max
peat	32	0.07	3.67	11.29	15.24	24.43	91.17
sand	172	0.12	0.38	0.62	0.44	0.97	15.56
mar.clay	80	0.15	3.28	5.27	3.92	9.09	18.28
fluv.clay	28	0.22	5.02	7.59	4.7	13.39	74.84

Zn summary statistics

Zn - Zinc



empty



Zn Graphs

4 Literatuur

Bianchini, G., R. Laviano, S. Lovo en C. Vaccaro, 2002. Chemical-mineralogical characterisation of clay sediments around Ferrara (Italy): a tool for an environmental analysis. *Applied Clay Science*, 21: 165-176.

Blaser, P., S. Zimmermann, J. Luster en W. Shotyk, 2000. Critical examination of trace element enrichments and depletions in soils: As, Cr, Cu, Ni, Pb, and Zn in Swiss forest soils. *Science of The Total Environment*, 249: 257-280.

Brownlow, A.H., 1979. *Geochemistry*. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, USA, 498 pp.

Coppoolse, J., J.F. van Bentum, J.M. Schwartz, J.A. Annema en C. Quarles van Ufford, 1993. Zware metalen in oppervlaktewater: bronnen en maatregelen. RIZA nota 93.912.

De Bakker, H en W.P. Locher, 1990. *Bodemkunde van Nederland, deel 2 Bodemgeografie*. Malmberg, Den Bosch, 279 pp.

De Vos W., T. Tarvainen, R. Salminen, S. Reeder, B. De Vivo, A. Demetriades, S. Pirc, M. Batista, K. Marsina, R. Ottesen, P. O'Connor, M. Bidovec, A. Lima, U. Siewers, B. Smith, H. Taylor, R. Shaw, I. Salpeteur, V. Gregorauskiene, J. Halamic, I. Slaninka, K. Lax, P. Gravesen, M. Birke, N. Breward, E. Ander, G. Jordan, M. Duris, P. Klein, J. Locutura, A. Bellan, A., Pasieczna, J. Lis, A. Mazreku, A., Gilucis, P. Heitzmann, G. Klaver en V. Petersell, 2006. *Geochemical Atlas of Europe. Part 2 - Interpretation of Geochemical Maps, Additional Tables, Figures, Maps, and Related Publications*. Otamedia Oy, Espoo.

Deer, W.A., R.A. Howie en J. Zussman, 1992. *An Introduction to the Rock-forming Minerals*, 2nd edition. Longman Scientific and Technical, London, UK, 696 pp.

Edelman, T., 1984. *Achtergrondgehalten van stoffen in de bodem*. Staatsuitgeverij, Den Haag.

Facchinelli, A., E. Sacchi en L. Mallen, 2001. Multivariate statistical and GISbased approach to identify heavy metal sources in soils. *Environmental Pollution*, 114: 313-324.

Fraters, B.J.G., 1991. Verontreiniging door zware metalen. *Nationale Milieuverkenning 1990-2010 (RIVM)* 2: 331-346.

Heerema, J.P. en G.G.L. Steur, 1964. Enkele kartografische aspecten van de bodemkaart van Nederland, 1:50000. *Tijdschr. Kon. Ned. Aardrijksk. Gen.* 81: 489-502.

Holleman, A.F. en E. Wiberg, 1995. *Holleman und Wiberg Lehrbuch der Anorganischen Chemie*. 101. Auflage, Walter de Gruyter and Co., Berlin, Germany, 2036 pp.

Huisman, D. J., F.J.H. Vermeulen, J. Baker, A. Veldkamp, S.B. Kroonenberg en G.T. en Klaver, 1997. A geological interpretation of heavy metal concentrations in soils and sediments in the southern Netherlands. *Journal of Geochemical Exploration*, 59: 163-174.

- IUPAC, 1996. Atomic weights of the elements 1995. International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). Pure and Applied Chemistry 68: 2339-2359.
- James, A.M. en M.P. Lord, 1992. Macmillan's Chemical and Physical Data. Macmillan, London, UK, 565 pp.
- Koeman, C., 1983. Geschiedenis van de kartografie van Nederland. Zes eeuwen land- en zeekaarten en stadsplattegronden, Alphen aan den Rijn.
- Koljonen, T. (ed.), 1992. Geochemical Atlas of Finland, part 2: Till. Geological Survey of Finland, Espoo, Finland, 218 pp.
- Lamé, F., D. Brus en R.H. Nieuwenhuis, 2004. Achtergrondwaarden 2000. Hoofdrapport fase 1. TNO NITG 04-242-A, TNO.
- Lamé, F. en R.H. Nieuwenhuis, 2006. Beleidsmatig vervolg AW2000. Voorstellen voor normwaarden op achtergrondniveau en de bijbehorende toetsingsregel. 2006-U-R0044/A, TNO.
- Li, Y.-H., 2000. A Compendium of Geochemistry. Princeton University Press, 440 pp.
- Lide, D.R. (editor-in-chief), 1996. CRC Handbook of Chemistry and Physics. 77th Edition, 1996-1997. CRC press, Boca Raton, USA.
- Mason, B.H. C.B. Moore, 1982. Principles of Geochemistry. Fourth edition, Wiley, New York, USA, 344 pp.
- Mol, G., 2002. Soil acidification monitoring in the Netherlands. Geologica Ultraiectina. PhD thesis, Utrecht University.
- Mol, G. en J. Spijker, 2007. Natuurlijke achtergrondgehalten van zware metalen in de Nederlandse bodem. Geochemische methode voor het schatten van natuurlijke achtergrondgehalten van zware metalen in de Nederlandse bodem t.b.v. de Risico Toolbox. Alterra-rapport 1460.
- Nriagu, J.O., 1989. A global assessment of natural sources of atmospheric trace metals. Nature 338: 47-49.
- Periodic Table of Elements SE v3.54. 1991 - 1997 SMI corporation.
- Reimann C. en P. de Caritat, 1998. Chemical Elements in the Environment - Factsheets for the geochemist and environmental scientist. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 397 pp.
- Reimann, C., M. "Ayr"as, V. Chekushin I. Bogatyrev, R. Boyd, P. Caritat, R. Dutter, T. Finne, J. Halleraker, Ø. Jæger, G. Kashulina, O. Lehto, H. Niskavaara, V. Pavlov, M. R"ais"anen, T. Strand en T. Volden, 1998. Environmental geochemical atlas of the central Barents region. Geological Survey of Norway, NGU-GTK-CKE Special Publications.
- Reimann, C., P. Filzmoser en R.G. Garrett, 2005. Background and threshold: critical comparison of methods of determination. Science of The Total Environment 346 (1-3): 1-16.

Salminen, R., M. Batista, M. Bidovec, A. Demetriades, B. De Vivo, W. de Vos, M. Duris, A. Gilucis, V. Gregorauskiene, J. Halamic, P. Heitzmann, A. Lima, G. Jordan, G. Klaver, P. Klein, J. Lis, J. Locutura, K. Marsina, A. Mazreku, P. O'Connor, S. Olsson, R. Ottesen, V. Petersell, J. Plant, S. Reeder, I. Salpeteur, H. Sandström, U. Siewers, A. Steenfelt en T. Tarvainen, 2005. Geochemical Atlas of Europe. Part 1 - Background Information, Methodology and Maps. Otamedia Oy, Espoo.

Salminen, R. en T. Tarvainen, 1997. The problem of defining geochemical baselines. A case study of selected elements and geological materials in Finland. *Journal of Geochemical Exploration* 60: 91-98.

Senesi G.S., G. Baldassarre, N. Senesi en B. Radina, 1999. Trace element inputs into soils by anthropogenic activities and implications for human health. *Chemosphere* 39: 343-377.

Sharma, V.K., K.B. Rhudy, J.C. Cargill, M.E. Tacker en F.G. Vazquez, 2000. Metals and grain size distributions in soil of the middle Rio Grande basin, Texas USA. *Environmental Geology* 39: 698-704.

Shotyk, W., D. Weiss, J.D. Kramers, R. Frei, A.K. Cheburkin, M. Gloor en S. Reese, 2001. Geochemistry of the peat bog at Etang de la grure, Jura mountains, Switzerland, and its record of atmospheric pb and lithogenic trace metals (sc, ti, y, zr, and REE) since 12,370 14C yr BP. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 65: 2337-2360.

Spijker, J., 2005. Geochemical patterns in the soils of Zeeland. Academisch proefschrift Universiteit Utrecht, 205 pp.

Spijker, J. en P. van Vlaardingen, 2006. Implicaties van voorgestelde bodemnormwaarden uit 'Achtergrondwaarden 2000' in relatie tot risico's, RIVM rapport 711701052.

Spijker, J., P.L.A. van Vlaardingen en G. Mol, 2008. Achtergrondconcentraties en relatie met bodemtype in de Nederlandse bodem. RIVM-rapport 711701074/2008.

Sterckeman, T., F. Douay, D. Baize, H. Fourrier, N. Proix en C. Schwartz, 2004. Factors affecting trace element concentrations in soils developed on recent maine deposits from Northern France. *ag*, 19: 89-103.

Streit, B., 1994. *Lexion der Oecotoxicologie*. Zweite Auflage. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, Germany, 901 pp.

Tack, F.M.G., M.G. Verloo, L. Vanmechelen en E.V. Ranst, 1997. Baseline concentration levels of trace elements as a function of clay and organic carbon contents in soils in Flanders (Belgium). *Science of The Total Environment* 201: 113-123.

Tauber, C., 1988. *Spurenelemente in Flugaschen*. Verlag TUV Rheinland GmbH, Köln, Germany, 469 pp.

Tebbens, L., 1999. Late Quaternary evolution of the Meuse fluvial systems and its sediment composition. A reconstruction based on bulk sample geochemistry and forward modelling. PhD thesis. Wageningen Agricultural University.

Tebbens, L.A., A. Veldkamp en S.B. Kroonenberg, 2000. Natural compositional variation of the river Meuse (Maas) suspended load: a 13 ka bulk geochemical record from the upper Kreftenheye and Betuwe formations in northern Limburg. *Geologie en Mijnbouw/Netherlands Journal of Geosciences* 79: 391-409.

Veer, G. van der, 2006. Geochemical soil survey of the Netherlands. Atlas of major and trace elements in topsoil and parent material; assessment of natural and anthropogenic enrichment factors. Academisch proefschrift Universiteit Utrecht, 250 pp + CD-ROM.

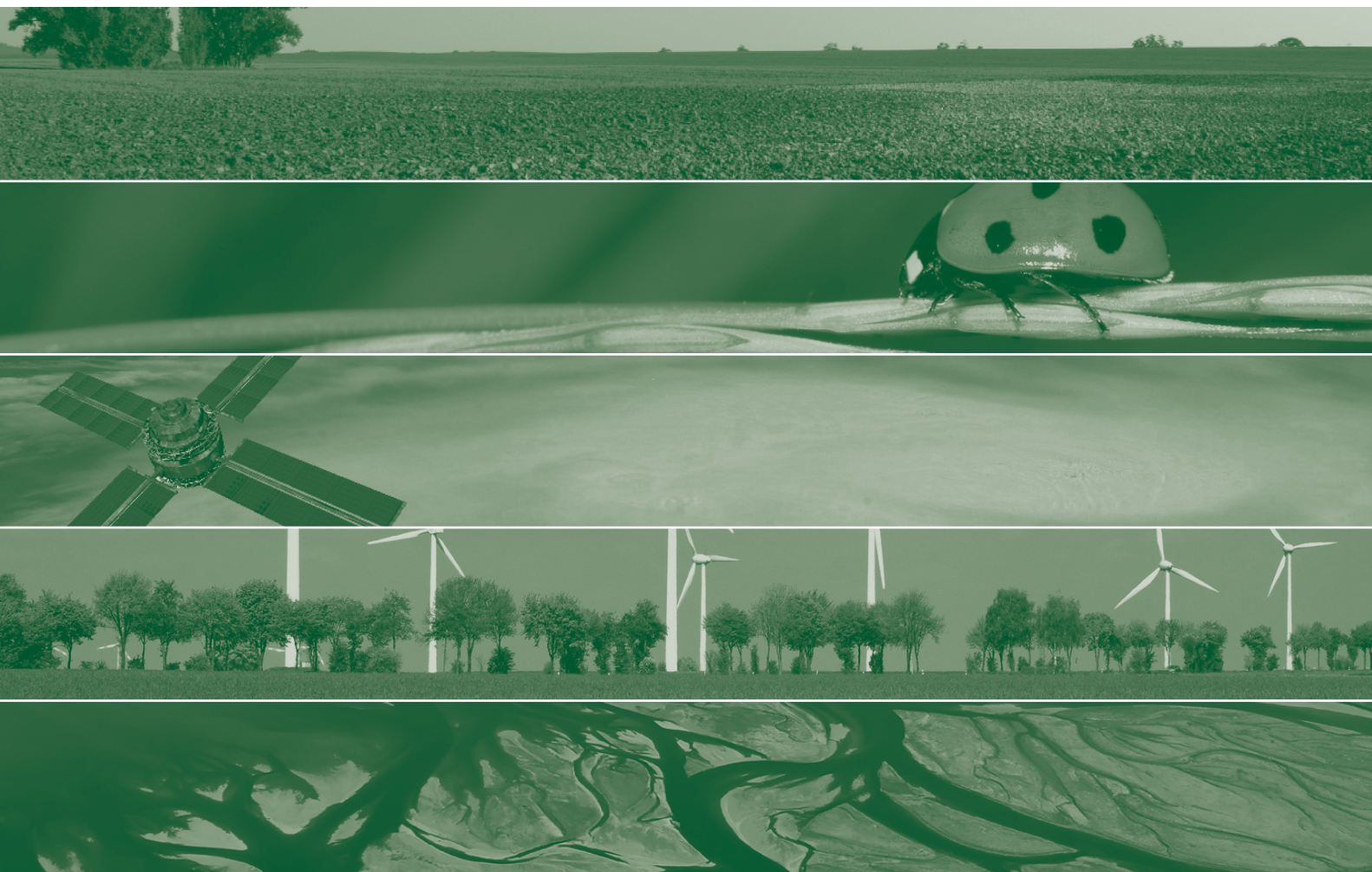
Visschers, R., P.A. Finke en J.J. de Grijter, 2007. A soil sampling program for the Netherlands. *Geoderma* 139: 60-72.

VROM, 1994. Circulaire streef- en interventiewaarden. Rapport nr. DBO0749013, Ministerie van VROM, Den Haag, the Netherlands, 52 pp.

Wehdepohl, K.H. (executive editor), 1978. *Handbook of Geochemistry*. Springer-Verlag Berlin. 5 volumes.

Wehdepohl, K.H., 1995. The composition of the continental crust. *Geochim. et Cosmochimica Acta* 59, No. 7: 1217 - 1232.

Wilcke, W., S. Muller, N. Kanchanakool en W. en Zech, 1998. Urban soil contamination in Bangkok: heavy metal and aluminium partitioning in topsoils. *Geoderma* 86: 211-228.



Alterra is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen UR (University & Research centre). De missie is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen negen gespecialiseerde en meer toegepaste onderzoeksinstituten, Wageningen University en hogeschool Van Hall Larenstein hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 40 vestigingen (in Nederland, Brazilië en China), 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de vooraanstaande kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen natuurwetenschappelijke, technologische en maatschappijwetenschappelijke disciplines vormen het hart van de Wageningen Aanpak.

Alterra Wageningen UR is het kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

Meer informatie: www.alterra.wur.nl