

ONE EUROPE ONE GEOLOGY

APPLYING GEOSCIENCE FOR SOCIETY



One Europe One Geology is a deliverable (D8.3) of

OneGeology-Europe

Designed and produced by the
OneGeology-Europe Consortium

Bibliographic reference

OneGeology-Europe Consortium. 2010.

One Europe One Geology.

Published by the OneGeology-Europe Consortium

Printed by Printer Trento, Italy
ISBN 978-0-85272-668-6

One Europe One Geology est un résultat de (D8.3)

OneGeology-Europe

Conçu et produit par le Consortium
OneGeology-Europe

Références bibliographiques

OneGeology-Europe Consortium. 2010.

One Europe One Geology.

Published by the OneGeology-Europe Consortium

Printed by Printer Trento, Italy
ISBN 978-0-85272-668-6

One Europe One Geology resultado del proyecto (D8.3)

OneGeology-Europe

Diseñado y producido por el
Consortio OneGeology-Europe

Referencia bibliográfica

OneGeology-Europe Consortium. 2010.

One Europe One Geology.

Published by the OneGeology-Europe Consortium

Printed by Printer Trento, Italy
ISBN 978-0-85272-668-6



ONE EUROPE ONE GEOLOGY

APPLYING GEOSCIENCE FOR SOCIETY



The Geological Surveys of Europe



Co-funded by the European Union

PREFACE

PRÉFACE ★ PREFACIO

This book is one of the products of the OneGeology-Europe project. OneGeology-Europe was supported by the European Commission's eContent^{plus} programme for Best Practice Networks, operated by the Directorate General for the Information Society and Media.

OneGeology-Europe project has 28 partners in its consortium from 21 European Member States. There are 20 geological surveys (data providers) and 6 representatives of the user community, an expert on legal aspects of spatial data access and a representative of the umbrella organisation for all the geological surveys of Europe (EuroGeoSurveys). Six other geological survey organisations also kindly contributed to the work of the project.

OneGeology-Europe is making a pivotal contribution to the global project OneGeology, a partnership of 116 nations. Through its simple mission to make data more accessible and shareable, and to transfer expertise to do that, OneGeology has made a significant impact in geoscience and spatial data and their application.

The OneGeology-Europe project began in September 2008 and was successfully concluded in October 2010.

Ce livre est l'un des produits du projet OneGeology-Europe. OneGeology-Europe a été co-financé par le programme eContent^{plus} de soutien aux réseaux de meilleures pratiques, géré par la Direction générale pour la Société de l'Information et des Médias de la Commission Européenne.

Le consortium de OneGeology-Europe comprend 28 partenaires de 21 États membres européens. Il regroupe 20 services géologiques (fournisseurs de données) et 6 représentants de la communauté des utilisateurs, un expert sur les aspects juridiques d'accès aux données spatiales et un représentant de l'organisation de tous les services géologiques européens (EuroGeoSurveys). Six autres services géologiques ont aussi contribué au projet.

OneGeology-Europe apporte une contribution essentielle au projet global OneGeology, un partenariat de 116 nations. A travers une mission simple consistant à rendre les données plus accessibles et partageables, et le transfert de l'expertise nécessaire à cette mission, OneGeology a produit un impact considérable sur les données géoscientifiques et spatiales et leur usage.

OneGeology-Europe a débuté en Septembre 2008 et s'est conclu avec succès en octobre 2010.

Este libro se publica como uno de los resultados del proyecto OneGeology-Europe. OneGeology-Europe fue amparado por el programa eContent^{plus} de la Comisión Europea, un programa diseñado para propiciar la mejora de metodologías en materia de redes y dirigido por la Dirección General de la Sociedad de la Información y Medios de Comunicación.

El consorcio del proyecto OneGeology-Europe está formado por 28 participantes de los 21 estados miembros europeos. Hay 20 institutos geológicos (proveedores de datos) y 6 representantes de la comunidad de usuarios, un experto sobre los aspectos legales de acceso a datos espaciales y un representante de la organización EuroGeoSurveys, que agrupa a todos los institutos geológicos de Europa. Existen también otras seis organizaciones de estudios geológicos que han contribuido amablemente al proyecto.

OneGeology-Europe ha tenido una contribución clave en el proyecto OneGeology, un proyecto global que asocia a 116 naciones. A partir de una sencilla idea cuyo objetivo es conseguir que los datos sean más accesibles, compatibles y transferir su experiencia en esta área, OneGeology ha impactado significativamente en las geociencias y en la aplicación de datos espaciales.

El proyecto OneGeology-Europe comenzó en septiembre de 2008 y concluyó con éxito en octubre de 2010.



Bohinj lake, Slovenia.

Lac de Bohinj, Slovénie.

Lago Bohinj, Slovenia.

CONTENTS

CONTENU ★ ÍNDICE

- 1 Introduction
- 2 OneGeology-Europe — an overview
- 3 A guide to this book
- 4 User needs and meeting those needs
- 5 An introduction to the geology of Europe
- 6 Geoscience information and spatial data infrastructures
- 7 Applying geological knowledge

NATURAL RESOURCES

Construction materials
Oil and gas
Coal and lignite
Metallic minerals
Groundwater resources
Building stones
Geothermal potential

MITIGATING HAZARDS

Landslides
Shrink-Swell clays
Soluble rocks
Ground stability — interferometry
Radon
Dangerous natural gases
Earthquakes
Volcanic activity
Groundwater and river flooding
Groundwater pollution
Mining subsidence
Geochemical contamination and pollution

PLANNING FOR THE FUTURE

CO₂ sequestration
Land use planning for the extractive industry
Deep geological storage
Groundwater protection

EDUCATION, HERITAGE AND OUTREACH

School and university teaching resources
Geotourism/GeoParks
Geoarchaeology
Geology and wine
Mine heritage

- 8 Where to find more information
- 9 Acknowledgements
- 10 Copyright acknowledgements
- 11 Contributors
- 12 Consortium members

- 1 Introduction
- 2 OneGeology-Europe — un aperçu
- 3 Un guide pour ce livre
- 4 Quels besoins des utilisateurs et comment y répondre
- 5 Une introduction à la géologie de l'Europe
- 6 L'information géoscientifique et les infrastructures de données spatiales
- 7 Appliquer la connaissance géologique

RESSOURCES NATURELLES

Matériaux de construction
Pétrole et gaz
Charbon et lignite
Minéraux métalliques
Ressources en eaux souterraines
Pierres de construction
Potentiel géothermique

ATTÉNUATION DES RISQUES

Glissements de terrains
Aléa retrait-gonflement des argiles
Roches solubles
Stabilité du sols — interférométrie
Radon
Gaz naturels dangereux
Tremblements de terre
Activité volcanique
Eaux souterraines et inondations de rivières
Pollution des eaux souterraines
Subsidence minière
Contamination géochimique et pollution

PLANIFIER POUR L'AVENIR

Stockage géologique du CO₂
L'aménagement du territoire pour les industries extractives
Stockage géologique profond
Protection des eaux souterraines

ÉDUCATION, PATRIMOINE ET SENSIBILISATION

Ressources pédagogiques scolaires et universitaires
Géotourisme/Géoparcs
Géoarchéologie
Géologie et vin
Patrimoine minier

- 8 Où trouver plus d'informations
- 9 Remerciements
- 10 Droits d'auteurs remerciements
- 11 Contributeurs
- 12 Membres du consortium

- 1 Introduction
- 2 OneGeology-Europe — una reseña
- 3 Guía del usuario
- 4 Las necesidades del usuario y como solucionarlas
- 5 Introducción a la geología Europea
- 6 Infraestructuras de datos espaciales y de información geocientífica
- 7 Aplicación del conocimiento geológico

RECURSOS NATURALES

Materiales de construcción
Gas y petróleo
Carbón y lignito
Minerales metálicos
Recursos de aguas subterráneas
Rocas de construcción
Energía geotérmica

MITIGACIÓN DE RIESGOS GEOLÓGICOS

Deslizamientos
Arcillas expansivas
Rocas solubles
Estabilidad del terreno — interferometría
Radón
Gases naturales peligrosos
Terremotos
Actividad volcánica
Inundaciones por aguas subterráneas y ríos
Contaminación de aguas subterráneas
Subsidencia de minas
Contaminación geoquímica

PLANIFICANDO EL FUTURO

Almacenamiento de CO₂
Ordenación del territorio dirigida a la industria extractiva
Almacenamiento geológico profundo
Protección de las aguas subterráneas

EDUCACIÓN Y FOMENTO DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO

Recursos para usar en la escuela y en la universidad
Geotourismo/geoparques
Geo-arqueología
La geología y el vino
El patrimonio minero

- 8 Dónde encontrar más información
- 9 Créditos
- 10 Créditos de derechos de autor
- 11 Colaboradores
- 12 Miembros del consorcio

1 INTRODUCTION

INTRODUCTION ★ INTRODUCCIÓN

Europeans live on a piece of the Earth's crust that has had a very long and eventful history, some of it shrouded in mystery. The land we now know as Europe has travelled the globe, and more than once it has lain at the bottom of the ocean. The ground beneath us has been buried to red-hot depths, broken apart by earthquakes and frozen under glaciers, emerging as the unique landscape we know today.

Our land is a source of material wealth and water, but it is also a location for major engineering projects or a place to deposit waste. Government and industrialists may look at the landscape and see the challenge of combining mineral extraction with a respect for the environment. The public will rightly have a view on these matters too, but may also simply wish to enjoy and understand the land they live on.

We are publishing this book as a brief introduction to the relevance of geology and to show the way that it is being applied across our continent. Geological surveys have data and knowledge that can help us all to address current and future problems. Whatever each of us may feel about the economic, environmental and aesthetic costs and benefits of our future plans for our landscape, there cannot be an informed decision without knowledge of the ground below our feet.

Today we are one Europe, with one geology. Whatever happens in one part of our continent has the potential to affect us all.

Les européens vivent sur un morceau de la croûte terrestre qui a eu une histoire très longue et mouvementée, et dont une partie a été recouverte et garde son mystère. La terre que nous connaissons maintenant sous le nom d'Europe a parcouru le globe et a reposé plus d'une fois au fond de l'océan. Cette terre, ce paysage unique que nous connaissons aujourd'hui, a été enfouie à des profondeurs extrêmes, brisée par des tremblements de terre, et gelée sous les glaciers.

Notre terre est une source de richesse minérale et d'eau. C'est aussi le lieu de grands projets d'ingénierie ou un endroit pour déposer des déchets. Gouvernements et industriels peuvent lire le paysage et comprendre le défi de combiner l'extraction de minéraux et en même temps respecter l'environnement. Le public a aussi une opinion sur ces questions, ou peut tout simplement apprécier et comprendre la terre sur laquelle il habite.

Nous publions ce livre comme une brève introduction à l'importance de la géologie et souhaitons montrer la façon dont elle est appliquée à travers notre continent. Les services géologiques ont des données et des connaissances qui peuvent nous aider à résoudre les problèmes actuels et futurs. Quand nous évaluons les coûts et bénéfices économiques, environnementaux, esthétiques pour des projets touchant à notre territoire, il ne peut y avoir de décision éclairée sans connaissance de ce qui repose sous nos pieds.

Aujourd'hui, nous sommes une seule Europe, avec une géologie. Quoi qu'il arrive sur une partie de notre continent, nous sommes tous concernés.

La corteza terrestre sobre la que viven los europeos, ha sufrido una historia muy larga y agitada, envuelta en parte por el misterio. La tierra que ahora conocemos como Europa, ha viajado por el globo terrestre, y más de una vez ha estado en el fondo del océano. Esta tierra que pisamos ha sido enterrada a profundidades incandescentes, resquebrajada por terremotos y congelada bajo glaciares; resurgiendo finalmente como el paisaje único que conocemos hoy.

Nuestro continente es una fuente de riqueza de materiales y de agua, pero también es un espacio en el que hay que crear importantes proyectos de ingeniería o encontrar lugares para almacenar residuos. Los gobiernos y el sector industrial observan el entorno y ven el desafío que supone combinar la extracción de minerales con el respeto por el medio ambiente. La sociedad, por una parte, podrá expresar su opinión sobre estos asuntos y, por otra, simplemente disfrutar y entender la tierra en la que vive.

Publicamos este libro como una breve introducción sobre la importancia de la geología, mostrando cómo está siendo aplicada en nuestro continente. Los institutos geológicos tienen la información y el conocimiento que nos puede ayudar a afrontar los problemas actuales y del futuro. Independientemente de lo que cada uno de nosotros pueda sentir sobre los costes económicos, ambientales o estéticos, y de las ventajas de nuestros futuros proyectos para el paisaje, no podrá haber una decisión justificada sin un conocimiento del terreno que pisamos.

Hoy somos una Europa, con una geología. Lo que suceda en otras partes de nuestro continente puede afectarnos potencialmente a todos.



Lake Jokulsarton, Breidamerkarjokull, southern Iceland.

Lac Jokulsarton, Breidamerkarjokull, sud de l'Islande.

Lago Jokulsarton, Breidamerkarjokull, Sur de Islandia Iceland.

2 ONEGEOLOGY-EUROPE—AN OVERVIEW

ONEGEOLOGY-EUROPE—UN APERÇU ★ ONEGEOLOGY-EUROPE—UNA RESEÑA

Rich geological data assets exist in the geological surveys of each country of the world, including each European Member State, but these data are difficult to discover and are not shareable. For those outside the survey, or nation the data are not easy to obtain, to understand, or to use.

Geological data are essential to the prediction and mitigation of landslides, subsidence, earthquakes, flooding and pollution. They are indispensable to the proper exploitation of our natural resources. OneGeology-Europe has helped to make geological spatial data held by the Geological Surveys of Europe more discoverable and accessible. The project has also accelerated the development and deployment of an international interchange standard for sharing geological data.

Prime outcomes of OneGeology-Europe are an interoperable geology spatial dataset at 1:1 million for Europe, accessible through a multilingual discovery portal, and a world-leading data model and technical infrastructure. OneGeology-Europe has also addressed the licensing and multilingual aspects of data access and has helped move geological knowledge closer to the end-user where it will have greater societal impact.

The diverse examples of the application of geological information within this book illustrate the relevance of geology to society and the richness of the data and knowledge that exists in national geological surveys. This book also underlines why we must continue to share the expertise to make the data accessible for the benefit of all European citizens.

Les services géologiques de chaque pays du Monde ou d'Europe possèdent un quantité d'informations géologiques de qualité. Cependant ces données sont difficiles à trouver et à partager. Pour ceux en dehors de ces organisations, ou dans d'autres pays, les données ne sont pas faciles à obtenir, à comprendre, ou à utiliser.

Les données géologiques sont essentielles pour différents usages tels que: prévisions et préventions des glissements de terrain, affaissements, tremblements de terre, inondations et pollution. Ces données sont indispensables à la bonne exploitation de nos ressources naturelles. OneGeology-Europe a contribué à faciliter la découverte et l'accès des données géologiques détenues par les services géologiques Européens. Le projet a également accéléré le développement et le déploiement d'une norme d'échange internationale pour le partage des données géologiques.

Les premiers résultats pour OneGeology-Europe sont des données interopérables du territoire à l'échelle du 1:1 millionième pour l'Europe, accessibles à travers un portail multilingue supporté par une infrastructure technique de pointe. OneGeology-Europe s'est également penché sur les licences et les aspects multilingues de l'accès aux données, pour faire en sorte que ces connaissances géologiques soient plus proches de l'utilisateur, là où elles auront le plus grand impact sur la société.

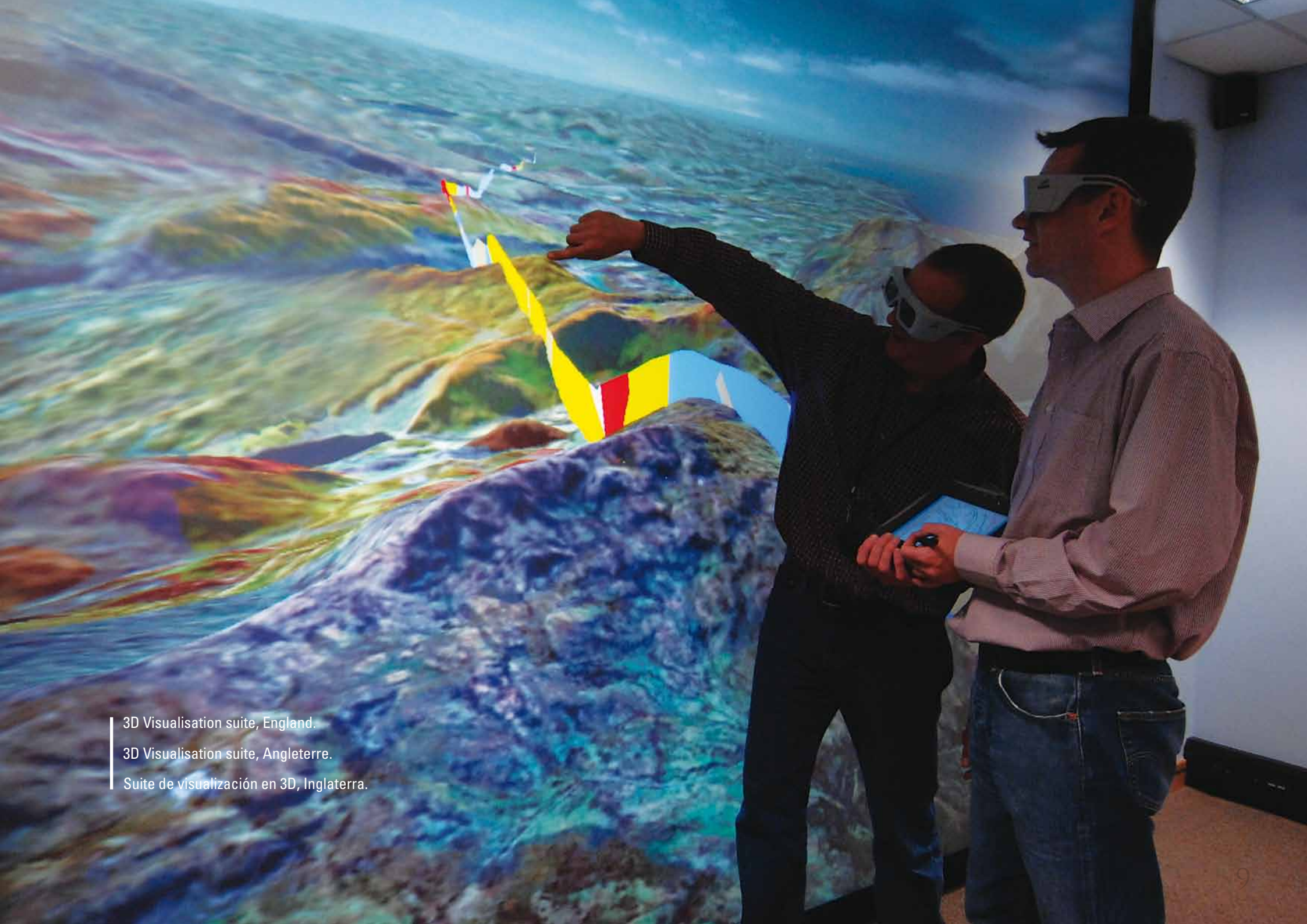
Les divers exemples de l'application de l'information géologique dans ce livre illustrent la pertinence de la géologie sur notre société. Ces exemples illustrent la richesse des données et des connaissances qui existent dans les services géologiques nationaux. Ce livre souligne aussi pourquoi nous devons continuer à partager l'expertise nécessaire pour rendre les données accessibles pour le bénéfice de tous les citoyens européens.

En los institutos geológicos del mundo, incluyendo cada estado miembro europeo, existe importante información geológica y con alto valor científico. Pero estos datos son difíciles de conocer y de compartir. Los datos no son fáciles de obtener, entender o usar para aquellos que no forman parte de la propia institución o del país.

Los datos geológicos son esenciales en la predicción y mitigación de deslizamientos, hundimientos, terremotos, inundaciones y contaminación. Estos datos son indispensables en la explotación correcta de nuestros recursos naturales. OneGeology-Europe ha ayudado a que los datos geológicos espaciales guardados en los institutos geológicos de Europa sean más fáciles de localizar y acceder. El proyecto también ha acelerado el desarrollo e implantación de un estándar de intercambio internacional para compartir la información geológica.

Los resultados principales de OneGeology-Europe son unos datos geológicos espaciales interoperables a escala 1:1 millón de Europa, accesibles a través de un portal-web multilingüe y un modelo de datos e infraestructura técnica con liderazgo mundial. OneGeology-Europe también ha afrontado los aspectos de licencias de uso y multilingüismo para el acceso de información y ha ayudado a acercar el conocimiento geológico al usuario final, donde tendrá mayor impacto social.

Los diversos ejemplos del uso de la información geológica de este libro ilustran sobre la importancia de la geología en nuestra sociedad y la riqueza de datos y conocimientos que existen en los institutos geológicos nacionales. Este libro también subraya por qué debemos seguir compartiendo la experiencia de hacer estos datos accesibles en beneficio de todos los ciudadanos europeos.



3D Visualisation suite, England.

3D Visualisation suite, Angleterre.

Suite de visualización en 3D, Inglaterra.

3 A GUIDE TO THIS BOOK

UN GUIDE DE CE LIVRE ★ GUÍA DEL USUARIO

It was a prime objective of the OneGeology-Europe project to reach out beyond geologists to wider society. This book is one important component of that outreach. This book attempts to explain the value and relevance of geology by describing examples of the application and use of geological knowledge by geological survey organisations across Europe.

The core of this book (section 7) contains those examples. Each is placed within one of four themes:

- Natural resources;
- Mitigating hazards;
- Planning for the future, and
- Education, heritage and outreach.

Each example occupies a double-page spread and comprises a brief description of the use case — what the issue and application is and why it is useful, and may also describe what type of data was used and the methodology to produce it. Each example is illustrated by a relevant image and map on the facing page. A map of Europe shows which nation the example comes from.

L'un des principaux objectifs du projet OneGeology-Europe a été de toucher un public beaucoup plus large que celui des géologues. Ce livre est une composante importante de cette approche. Il tente d'expliquer la valeur et la pertinence de la géologie en décrivant des exemples sur l'application et l'utilisation des connaissances géologiques par des services géologiques à travers l'Europe.

Le cœur de ce livre (section 7) contient ces exemples. Chacun d'eux est placé dans un des quatre thèmes:

- Ressources naturelles,
- Atténuation des risques,
- Planifier pour l'avenir,
- Education, patrimoine et sensibilisation.

Chaque exemple occupe une double page et comprend une brève description du cas d'utilisation — quel est le problème, comment est-ce utilisé et pourquoi est-ce utile? On peut aussi décrire le type de données qui a été utilisé et la méthode pour les produire. Chaque exemple est illustré avec une carte sur la page opposée. Une carte de l'Europe indique le pays d'où provient l'exemple.

El principal objetivo del proyecto OneGeology-Europe era llegar más allá de la comunidad geológica y alcanzar al resto de la sociedad. Este libro es parte importante de este objetivo. Aquí intentamos explicar el valor y la importancia de la geología a través de ejemplos que describen el uso y el empleo del conocimiento geológico albergado en las instituciones geológicas europeas.

La sección central de este libro (la sección 7) contiene estos ejemplos, cada uno pertenece a uno de estos cuatro temas:

- Recursos naturales;
- Mitigación de riesgos geológicos;
- Planificando el futuro,
- Educación y fomento del patrimonio geológico.

Cada ejemplo ocupa una doble página y comprende una breve descripción del caso — cuál es el problema, su aplicación y el por qué de su utilidad. También puede que describa el tipo de datos utilizados y la metodología seguida. Cada ejemplo está ilustrado en la página opuesta por una imagen y un mapa. El mapa de Europa muestra de qué nación procede el ejemplo.

Image illustrating the example

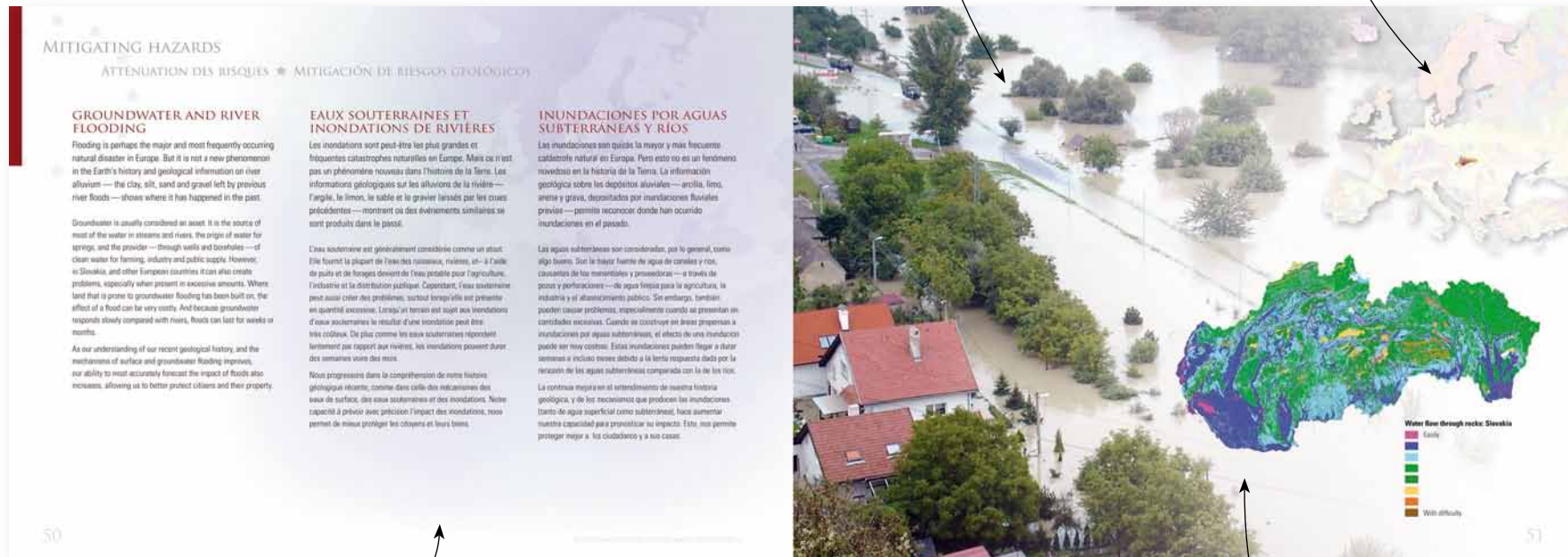
Image illustrant l'exemple

Foto ilustrativa del ejemplo

Map showing nation the example comes from

Carte montrant d'où provient l'exemple

Mapa que indica la nación de la que proviene el ejemplo



Text describing the example

Texte décrivant l'exemple

Texto con la descripción del ejemplo

Map illustrating the spatial data

Carte illustrant les données spatiales

Mapa ilustrativo de la distribución espacial de los datos

4 USER NEEDS AND MEETING THOSE NEEDS

QUELS BESOINS DES UTILISATEURS ET COMMENT Y RÉPONDRE ★ LAS NECESIDADES DEL USUARIO Y COMO SOLUCIONARLAS

Across Europe users of geological data require consistent, usable (understandable) information and knowledge, both nationally and trans-nationally. Users need this knowledge and information to meet a broad spectrum of purposes — education, tourism, hazard mitigation, mineral and energy resource exploration, groundwater protection, civil engineering, land and property development, planning and policy making and insurance.

The OneGeology-Europe project has helped to unlock data held in the Member States of Europe and is a first step in sharing best practice in developing products and services in order to meet user needs and enhance the quality and consistency of service to the public and private sectors.

The generic requirements of users revealed by this project are that data must be digital and web-accessible. Web access portals must be easy to use, facilitate searching, and enable visualisation of the datasets from across Europe. Access to the data should ideally be free to use, or incur little cost. There is a clear requirement to present data to the 'public' in a form they can easily understand. Legal and bureaucratic barriers to the access and use of data need to be removed. Finally, users want harmonised data across European borders and seek common scientific classification systems so this can happen.

A travers l'Europe les utilisateurs de données géologiques exigent des informations et des connaissances cohérentes, (compréhensibles) et utilisables tant au niveau national que transnational. Les utilisateurs ont besoin de ces connaissances et informations pour répondre à un large éventail de besoins tels que: -l'éducation, le tourisme, l'atténuation des risques, l'exploration minière et des ressources énergétiques, la protection des eaux souterraines, le génie civil, l'aménagement du territoire, ainsi que la planification et l'élaboration des réglementations et les assurances.

Le projet OneGeology-Europe a contribué à débloquer les données détenues dans les États membres de l'Europe. Il constitue une première étape dans le partage et le développement de produits et services afin de répondre aux besoins des utilisateurs. De même, il améliorera la qualité et l'uniformité du service aux secteurs publics et privés.

Les besoins génériques des utilisateurs identifiés dans ce projet montrent que les données doivent être numériques et accessibles sur le Web. Les portails d'accès au Web doivent être simples à utiliser, afin de faciliter la recherche, et de permettre la visualisation de l'ensemble des données venant de toute l'Europe. Idéalement, l'accès aux données devrait être gratuit, ou à un coût modeste. Il est nécessaire de présenter les données au public sous une forme telle qu'elles puissent être comprises aisément. Tout obstacle juridique et bureaucratique à l'accès et à l'utilisation des données doit être supprimé. En définitive, les utilisateurs veulent des données harmonisées à travers les frontières européennes, et recherchent des systèmes communs de classification scientifiques.

En toda Europa, los usuarios de datos geológicos, requieren que la información y los conocimientos sean coherentes y comprensibles, tanto a nivel nacional como entre naciones. Este conocimiento e información es requerido para objetivos diversos de educación, turismo, de mitigación de riesgo, de exploración mineral y de recursos energéticos, de protección de aguas subterráneas, de ingeniería civil, de desarrollo territorial, urbanístico y de la propiedad, de seguros y de planificación y legislación.

El proyecto OneGeology-Europe ha ayudado la apertura de datos custodiados por los estados europeos. Este es el primer paso para compartir nuevas metodologías en el desarrollo de productos y servicios con el fin de satisfacer las demandas del usuario. Mejoraremos así la calidad y coherencia del servicio dado a los sectores públicos y privados.

El proyecto ha puesto de manifiesto que uno de los requisitos generales es que los datos deben ser digitales y accesibles por internet. Las páginas web deben ser fáciles de usar, deben facilitar la búsqueda de datos, y deben permitir la visualización conjunta de datos pertenecientes a las distintas regiones europeas. El acceso a la información debería ser, idealmente gratis, o con un coste muy bajo. Existe una fuerte exigencia de que la presentación de datos 'al público' sea en un formato fácil de entender. Se necesita eliminar las barreras legales y burocráticas para el acceso y uso de datos. Finalmente, los usuarios, quieren datos armonizados a través de las fronteras europeas y para que esto sea factible, exigen que la comunidad científica establezca sistemas de clasificación comunes.



Engineers investigate rock properties in Switzerland.

Les ingénieurs enquêtent sur les propriétés des roches en Suisse.

Ingenieros investigan las propiedades de las rocas en Suiza.

5 AN INTRODUCTION TO THE GEOLOGY OF EUROPE

UNE INTRODUCTION À LA GÉOLOGIE DE L'EUROPE ★ INTRODUCCIÓN A LA GEOLOGÍA EUROPEA

Europe has an immensely varied and complex geology which reflects its long and eventful geological history. Hundreds of millions of years of change to our landscape has resulted in a map of our geology which resembles a patchwork quilt of different fabrics as if produced by many hands. The diversity of our rocks is truly exceptional.

Europe consists of an ancient core of rock — the Precambrian — more than 540 million years old. Onto this basement more and more rocks have been added through time, only to be buckled by major mountain-building episodes, dislocated by earthquakes, perforated by volcanic activity and, finally, eroded away. Our old Precambrian core is best seen in Scandinavia and as one moves southward across Europe, it is, in the most part, covered by younger rocks. Kilometres of sediment deposited in ancient oceans, rivers and deserts have become consolidated into sandstone, limestone and mudstone. Our coal, oil and gas resources were formed in some of these environments. In the south of our continent the mountains of the Alpine chain, pushed up by the colliding tectonic plates of Africa and Europe, rise above northern European plain.

The natural geological processes we see today are identical to those which have acted throughout the long history of our continent. The rivers, mountains and plains, the deserts and glaciers, are part of a very natural continuum — as one of the first European geologists said in the 18th century “there is no vestige of a beginning, no prospect of an end”.

L'Europe a une géologie extrêmement variée et complexe qui reflète sa longue et mouvementée histoire géologique. Des centaines de millions d'années de changements sur notre paysage ont abouti à une carte géologique ressemblant à un patchwork dont la diversité des roches est vraiment exceptionnelle.

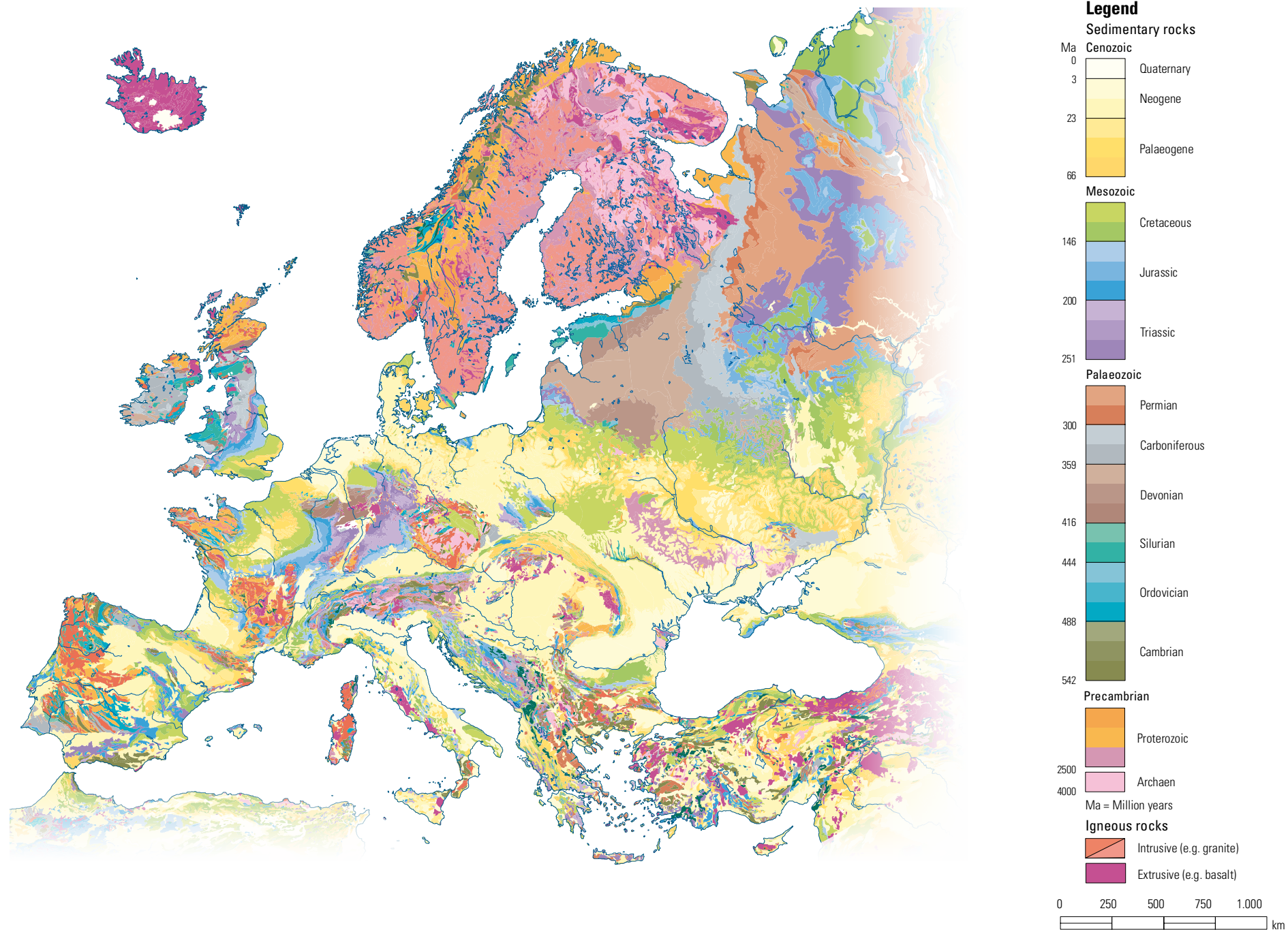
L'Europe se compose d'un noyau de roches anciennes nommé le Précambrien datant de plus de 540 millions d'années. Sur cette base d'autres roches se sont accumulées au fil du temps. Puis déformées durant la formation des montagnes pour être par la suite cassées par les tremblements de terre, perforées par l'activité volcanique et finalement érodées. Notre ancien noyau Précambrien est mieux observé en Scandinavie. Lorsque l'on se déplace vers le sud à travers l'Europe, on remarque, dans la plupart des cas, qu'il est couvert par des roches jeunes. Des kilomètres de sédiments déposés dans les anciens océans, rivières et déserts se sont consolidés en grès, calcaire et mudstone. Charbon, pétrole et gaz se sont formés dans certains de ces environnements. Les Alpes, dans le sud de notre continent, poussées par la collision des plaques tectoniques de l'Afrique et de l'Europe, s'élèvent au-dessus de la plaine nord-européenne.

Les phénomènes naturels géologiques d'aujourd'hui sont identiques à ceux du passé. Les rivières, montagnes, plaines, déserts et glaciers, font partie d'un continuum naturel — comme l'un des premiers géologues européens le déclara au 18^{ème} siècle “il n'y a pas de vestige du commencement et pas la perspective d'une fin”.

La variada y compleja geología europea, es reflejo de su larga y complicada historia geológica. Cientos de millones de años de continuo cambio paisajístico, han creado un mapa geológico que se asemeja a una colcha de patchwork, que pareciera producida por muchas manos y telas diferentes. La diversidad de nuestras rocas es realmente excepcional.

Europa consiste en un núcleo antiguo de roca, el Precámbrico, con más de 540 millones de años. Con el tiempo, más rocas han ido siendo añadidas a este viejo basamento, para ser posteriormente plegadas y transformadas en montañas, dislocadas por terremotos, perforadas por actividad volcánica y, finalmente, erosionadas hasta desaparecer. Nuestro viejo basamento Precámbrico puede verse bien en Escandinavia, y según viajamos hacia el sur de Europa, lo encontraremos en su mayor parte cubierto por rocas más jóvenes. Kilómetros de sedimentos, depositados en antiguos océanos, ríos y desiertos, se han consolidado para formar areniscas, calizas y pizarras. Nuestras reservas de carbón, petróleo y gas se formaron en alguno de estos ambientes. En el sur de nuestro continente las montañas de la cadena Alpina, empujadas por el choque de las placas tectónicas de África y Europa, se alzan sobre la llanuras de la Europa del Norte.

Los procesos geológicos naturales que podemos ver hoy en día, son idénticos a los sufridos en el pasado por nuestro viejo continente. Los ríos, las montañas, las llanuras, los desiertos y los glaciares, son parte de un gran continuo natural — como dijo uno de los primeros geólogos europeos en el siglo XVIII “no hay ningún vestigio de un principio, ninguna perspectiva de un final”.



Derived from the 1:5 Million International Geological Map of Europe and Adjacent Areas
 Courtesy of BGR and CGMW. Modified and reduced in scale.

6 GEOSCIENCE INFORMATION AND SPATIAL DATA INFRASTRUCTURES

L'INFORMATION GÉOSCIENTIFIQUE ET LES
INFRASTRUCTURES DE DONNÉES SPATIALES



INFRAESTRUCTURAS DE DATOS ESPACIALES Y
DE INFORMACIÓN GEOCIENTIFICA

To evaluate our changing climate and estimate its impact on our societies, to plan land use and develop sustainably, to properly manage natural resources and mitigate natural hazards, requires access to diverse pan-national environmental spatial data and information. The objective of Spatial Data Infrastructures (SDIs) is to provide access to spatially located information by allowing the data to be discovered and to define and implement common standards and processes to facilitate the easy use of the data.

European Union Member States have adopted ambitious legislation, through the 'INSPIRE' Directive, to build a European Spatial Data Infrastructure. INSPIRE identifies the data themes that are relevant for the implementation of environmental policies, and obliges the Member States to make accessible the relevant digital information. Common standards for sharing data — interoperability — are being defined and it will become easier to integrate and combine data from different domains and communities.

Geoscience information is one of the key assets of INSPIRE. The geological community through OneGeology-Europe is developing systems and standards that will facilitate access to the data and its interoperability and thus improve the visibility and usefulness of geological information.

Evaluer l'évolution de notre climat et son impact sur nos sociétés, planifier l'utilisation des terres et les développer de manière durable, gérer les ressources naturelles ainsi que l'atténuation des risques naturels, tous ces objectifs nécessitent l'accès à diverses informations spatiales et environnementales sur de très larges territoires. L'objectif des Infrastructures de Données Spatiales (IDS) est de faciliter l'accès et l'utilisation des informations spatiales. Pour cela, les IDS mettent en place des outils de découverte et d'accès aux données qui s'appuient sur des standards et protocoles communs.

Les États Membres de l'Union européenne ont adopté une législation ambitieuse, à travers la Directive 'INSPIRE', afin de construire une Infrastructure de Données Spatiales Européenne. INSPIRE identifie les thèmes de données nécessaires pour la mise en œuvre des réglementations environnementales européennes. Cette Directive oblige les États Membres à rendre accessibles les informations numériques appropriées. Des normes communes pour le partage des données — l'interopérabilité — sont en train d'être définies. Grace à cela, il deviendra plus facile d'intégrer et d'associer des données de différents domaines et communautés.

L'information géoscientifique est l'un des principaux atouts d'INSPIRE. La communauté géologique à travers OneGeology-Europe développe des moyens qui faciliteront l'accès aux données ainsi que son interopérabilité. Cela améliorera la visibilité et l'utilité de l'information géologique.

Para evaluar el cambio climático y estimar su impacto sobre nuestra sociedad, para el ordenamiento del territorio, para aumentar la sostenibilidad, para gestionar correctamente los recursos naturales y mitigar los peligros de la naturaleza, se requiere información y acceso, a diversos datos espaciales medioambientales, a nivel nacional. Las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDEs) tienen como objetivos: uno, proporcionar el acceso a la información espacialmente ubicada permitiendo que los datos sean conocidos; y dos, definir y poner en práctica normas y procedimientos comunes para facilitar el uso de los datos de forma sencilla.

Los Estados miembros de la Unión Europea han adoptado una legislación ambiciosa, por medio de la Directiva 'INSPIRE', para construir una Infraestructura de Datos Espaciales Europeos. INSPIRE identifica los tipos de datos relevantes para la puesta en práctica de políticas medioambientales, y obliga a los estados miembros a hacer accesible la información digital pertinente. Se están definiendo normas comunes para compartir datos — la interoperabilidad — que harán más fácil la integración y combinación de datos procedentes de ámbitos y comunidades diferentes.

La información geológica es uno de los recursos clave de INSPIRE. La comunidad geológica, a través de OneGeology-Europe, desarrolla sistemas y normas que facilitarán el acceso a los datos, su interoperabilidad y, mejorarán así, la visibilidad y utilidad de la información geológica.



7 APPLYING GEOLOGICAL KNOWLEDGE

APPLIQUER LA CONNAISSANCE GÉOLOGIQUE ★ APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO GEOLÓGICO

This section is the core of the book. It is divided into four themes:

- Natural resources;
- Mitigating hazards;
- Planning for the future; and
- Education, heritage and outreach.

Natural resources

Europe's geological diversity has provided us with considerable mineral wealth and energy resources. Although extraction has declined in many countries, important resources are present and production provides essential raw material for construction and manufacturing.

Mitigating hazards

Geological hazards present Europe with significant cost in lives, and economically every year. Some hazards may be obvious to the citizen, for example landslides or flooding. Some are less so, such as the many thousands of deaths attributed to naturally occurring radon gas.

Planning for the future

The sustainable development of our continent cannot be contemplated without understanding the ground beneath our feet. Our plans for storage of excess carbon dioxide, containment of radioactive waste, and even extraction of aggregate materials all require geological knowledge.

Education, heritage and outreach

Geology is more than the exploration for minerals or the mitigation of hazards, it is the basis for our landscape. It is Europe's geology which gives us the richness of our scenery and culture. One of our challenges for the future is to continue to cherish this landscape and to instil in our children a desire to sustain and understand it.

Cette section est le cœur de ce livre. Elle est divisée en quatre thèmes:

- Ressources naturelles,
- Atténuation des risques,
- Planifier pour l'avenir,
- Education, patrimoine et sensibilisation.

Ressources naturelles

La diversité géologique de l'Europe nous offre de considérables richesses minérales et énergétiques. Même si l'extraction a diminué dans de nombreux pays, d'importantes ressources sont encore présentes. De plus, cette production fournit des matières premières essentielles pour la construction et l'industrie.

Atténuation des risques

Chaque année, les risques géologiques en Europe sont importants en pertes de vies et économiquement. Certains risques tels que glissements de terrains ou inondations peuvent être évidents pour le citoyen. D'autres le sont moins, tels que les milliers de décès attribués à la présence naturelle du gaz radon.

Planifier pour l'avenir

Le développement durable de notre continent ne peut pas être envisagé sans la compréhension du sous-sol. Les connaissances géologiques sont nécessaires pour planifier le stockage de l'excès du dioxyde de carbone, ainsi que le confinement des déchets radioactifs, ou l'extraction de granulats.

Education, patrimoine et sensibilisation

La géologie est bien plus que l'exploration de minéraux ou l'atténuation des risques. C'est aussi la base de notre paysage qui donne la richesse de notre territoire et de nos cultures. Un de nos défis pour l'avenir est de continuer à chérir ce paysage et à inculquer à nos enfants le désir de le maintenir et de le comprendre.

Esta sección central del libro está dividida en cuatro temas:

- Recursos naturales;
- Mitigación de riesgos geológicos;
- Planificando el futuro;
- Educación y fomento del patrimonio geológico.

Recursos naturales

La diversidad geológica Europea nos ha provisto con recursos energéticos y una considerable riqueza mineral. Aunque la extracción ha disminuido en muchos países, existen todavía recursos importantes y la producción proporciona la materia prima esencial para la construcción y la industria.

Mitigación de riesgos geológicos

Los peligros geológicos en Europa representan cada año un coste en vidas humanas y económico muy significativo. Para el ciudadano medio, algunos peligros son obvios, como por ejemplo los deslizamientos, los corrimientos de tierras o las inundaciones. Pero otros peligros no lo son tanto, como las concentraciones naturales del gas radón a las que se pueden atribuir miles de muertes.

Planificando el futuro

No se puede contemplar el desarrollo sostenible de nuestro continente, sin el conocimiento de la tierra que pisamos. Nuestros planes para el almacenamiento de dióxido de carbono, la contención de desechos radioactivos e incluso la extracción de agregados, todos ellos, requieren un conocimiento geológico.

Educación y fomento del patrimonio geológico

La geología es más que la simple exploración de minerales o la mitigación de riesgos geológicos, es la base de nuestro paisaje. Es la geología europea la que nos da una riqueza paisajística y cultural. Uno de nuestros desafíos para el futuro debe ser el seguir cuidando de nuestros paisajes y entornos e inculcar a nuestros hijos un deseo de mantenerlo y entenderlo.



L'Aquila 2009 earthquake damage, Paganica, Italy

Les dommages du tremblement de terre de l'Aquila en 2009, Paganica, Italie.

Daños del terremoto de L'Aquila del 2009, Paganica, Italia.

NATURAL RESOURCES

RESSOURCES NATURELLES ★ RECURSOS NATURALES

CONSTRUCTION MATERIALS

Most citizens are not aware of them, but our homes, buildings, roads, bridges and dams could not exist without them. Sand, gravel and crushed rocks are our prime building materials and without them the development of our civilisation in Europe and globally would be impossible.

Because they are ubiquitous and available at low unit cost, sand and gravel and crushed rock (aggregate) have the dubious honour of being a mineral ugly duckling. But they are the basis for one of the most important extractive industries of the world. In terms of production volume, second only to fossil fuels.

Geology has the key role in the exploration for aggregate resources and, as aggregate specifications throughout the world become more exacting that geological knowledge is even more valuable. Geological maps, borehole data, the physical properties of the aggregate and the locations of quarries and mines (old and new) are crucial sources of information. In Spain, as in every other European nation, geological surveys maintain extensive databases on these and many other factors related to aggregates and their extraction.

Society has to find the right balance between competing claims of minerals extraction and environmental protection and it is geological knowledge which will ensure that debate is properly informed.

MATERIAUX DE CONSTRUCTION

La plupart des citoyens ne sont pas conscients que nos maisons, bâtiments, routes, ponts et barrages ne pourraient exister sans matériaux de construction. Le sable, le gravier et les roches concassées sont nos premiers matériaux de construction. Sans eux, le développement de notre civilisation en Europe et dans le monde serait impossible.

Due à leur omniprésence et à leur faible coût, le sable, le gravier et les roches concassées ne sont pas reconnus à leur juste valeur. Ils sont la base d'une des plus importantes industries extractives du monde en termes de volume et de production immédiatement après les combustibles fossiles.

La géologie a un rôle clé dans l'exploration des ressources. Comme, les spécifications à travers le monde deviennent plus précises, cette connaissance géologique est encore plus précieuse. Les cartes géologiques, ainsi que les données de forages, les propriétés physiques des matériaux et l'emplacement des carrières et des mines (anciennes et nouvelles) sont des sources essentielles d'information. En Espagne, comme dans toute autre nation Européenne, les services géologiques entretiennent des bases de données sur les matériaux et leur extraction.

La société doit trouver le juste équilibre entre les revendications concurrentes d'extraction de matériaux et la protection de l'environnement et ce sont les connaissances géologiques qui assureront un débat impartial.

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

La mayor parte de los ciudadanos no son conscientes de que nuestras casas, edificios, caminos, puentes y presas, no podrían existir sin los materiales de construcción. Sin la arena y la grava, nuestros principales materiales de construcción, el desarrollo de nuestra civilización a nivel europeo y mundial sería imposible.

Se considera a la arena y a la grava como el patito feo del mundo mineral debido a que son materiales comunes y muy asequibles. Pero en realidad, son la base de una de las industrias extractivas más importantes del mundo. En términos de volumen de producción, ocupan el segundo lugar después de los combustibles fósiles (el petróleo y el carbón).

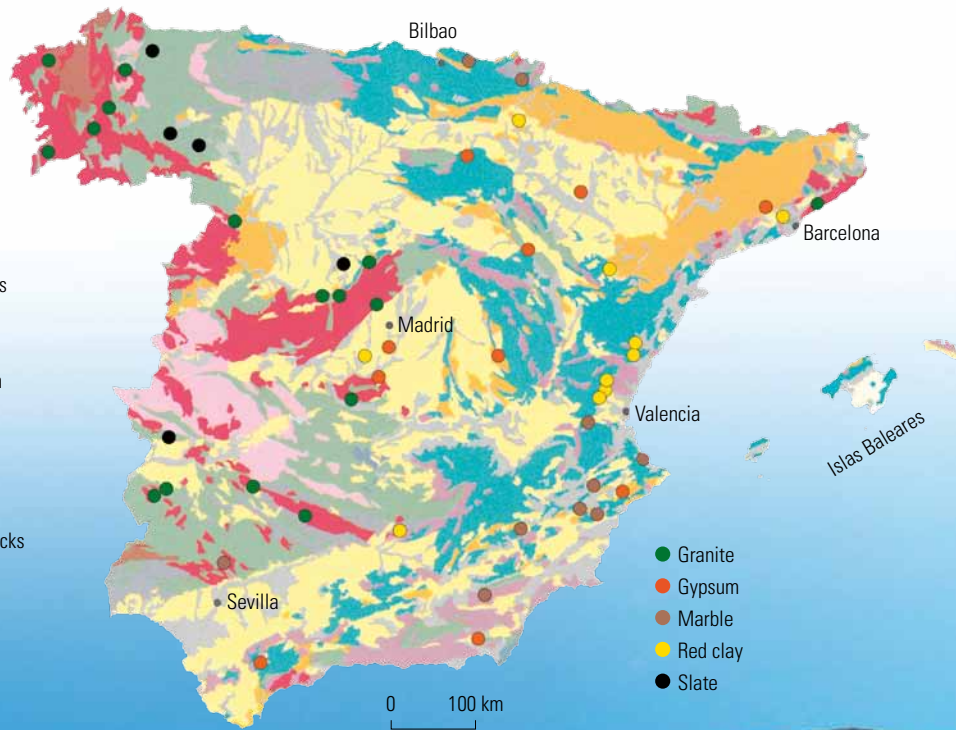
La geología tiene un papel clave en la exploración de recursos de agregados. Al crecer la exigencia, a nivel mundial, en la especificación del tipo de agregados, también crece en paralelo la valoración del conocimiento geológico. Los mapas geológicos, los datos de perforación, las propiedades físicas de los agregados y las ubicaciones de canteras y minas (tanto nuevas como antiguas) son fuentes cruciales de información. En España, como en las otras naciones europeas, los institutos geológicos mantienen grandes bases de datos sobre los agregados y otros muchos factores relacionados con su exploración y extracción.

Nuestra sociedad, tiene que encontrar el equilibrio correcto entre las solicitudes competitivas de concesiones mineras y la protección del medio ambiente. El conocimiento geológico es el que asegurará que este debate esté correctamente informado.

**Important sites of
construction material
extraction: Spain**

- Quaternary
- Neogene
- Paleogene
- Jurassic-Cretaceous
- Permian-Triassic
- Carboniferous
- Cambrian-Devonian
- Proterozoic

- Volcanic rocks
- Basal complex
- Hercinic plutonic rocks



NATURAL RESOURCES

RESSOURCES NATURELLES ★ RECURSOS NATURALES

OIL AND GAS

From the time of the industrial revolution the need for energy has increased exponentially and today a significant part of this energy demand is met by oil and gas. However, oil and gas resources are limited, and thus prospecting for new reservoirs is an important task. The presence of oil and gas is related to specific geological conditions and so understanding our geology is an essential part of the prospecting process. In addition, the efficient production of oil and gas is related to specific parameters, which are again dependent on the geological context.

The Netherlands contains a number of gas fields, including the largest field in Western Europe. At the request of the Dutch Ministry of Economic Affairs, the geological survey of the Netherlands, manages a web portal on oil and gas data. This website provides information about exploration and production in the Netherlands and the Dutch sector of the North Sea. The website also contains the result of nationwide geological mapping allowing the main geological layers in which oil and gas can be found to be displayed.

The web portal helps users access oil and gas information in an easy, comprehensible way through an interactive map interface. A large amount of the information can be downloaded, allowing users to incorporate the data into their own systems and processes.

PETROLE ET GAZ

Depuis l'époque de la révolution industrielle, la demande d'énergie a augmenté de façon exponentielle. Aujourd'hui, une part importante de cette demande d'énergie est satisfaite par le pétrole et le gaz. Cependant, les ressources pétrolières et de gaz sont limitées. La prospection de nouveaux réservoirs est une tâche importante. La présence du pétrole et du gaz est liée à des conditions géologiques bien spécifiques. Il est ainsi important de comprendre la géologie qui est essentielle à la démarche de prospection. De plus, la production efficace du pétrole et du gaz est liée à des paramètres spécifiques, qui dépendent du contexte géologique.

Les Pays-Bas ont un certain nombre de gisements de gaz, y compris le plus grand en Europe occidentale. À la demande du ministère des Affaires économiques Néerlandais, le service géologique des Pays-Bas gère un portail Internet sur des données de pétrole et de gaz. Ce site fournit des informations sur l'exploration et la production aux Pays-Bas et dans le secteur Néerlandais de la mer du Nord. Le site contient également le résultat de la cartographie géologique nationale montrant les principales couches géologiques de pétrole et de gaz.

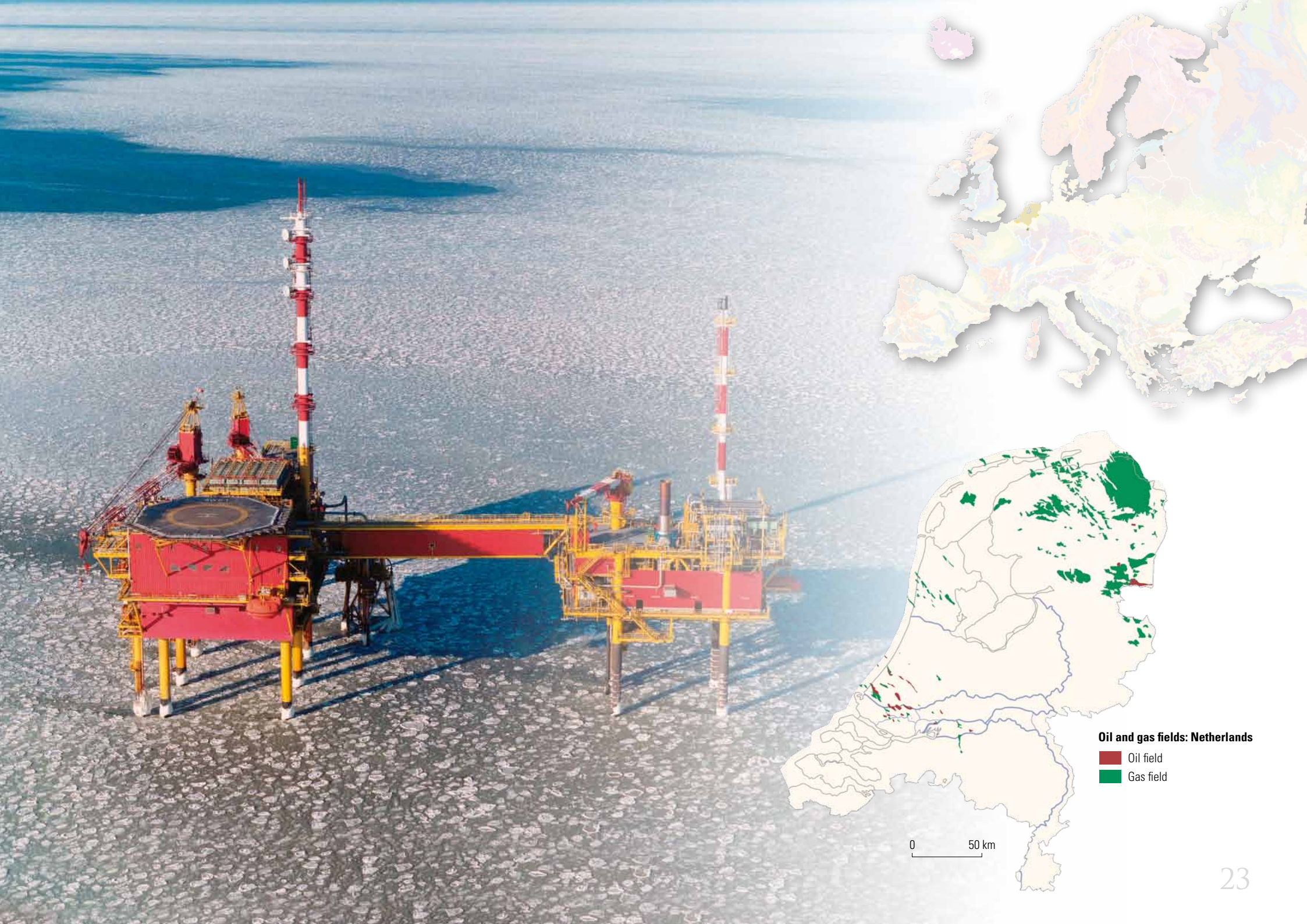
Le portail web permet aux utilisateurs d'accéder aux données de pétrole et de gaz de manière complète et facile grâce à une interface cartographique interactive. Une grande quantité de ces données peuvent être téléchargées, permettant aux utilisateurs de les intégrer dans leurs propres systèmes.

GAS Y PETRÓLEO

Desde los tiempos de la revolución industrial, la demanda de energía ha aumentado exponencialmente. Hoy en día, una parte significativa de esta demanda, es alimentada por el gas y el petróleo. Sin embargo, los recursos de gas y petróleo son limitados, y es por eso que la prospección de nuevos depósitos es una tarea importante. La presencia de gas y petróleo está relacionada con unas determinadas condiciones geológicas, de tal forma que el estudio de nuestra geología es una parte esencial del proceso de prospección. Además, la producción eficiente de gas y petróleo está relacionada con unos parámetros específicos, que dependen, de nuevo, del contexto geológico.

Los Países Bajos tienen varios campos de gas, incluyendo la mayor reserva de Europa Occidental. A petición del Ministerio Holandés de Asuntos Económicos, el Instituto Geológico de los Países Bajos, mantiene una página web con información sobre gas y petróleo. Esta página proporciona información sobre la exploración y la producción de los Países Bajos y del sector holandés de Mar del Norte. Contiene también los resultados de una campaña de cartografía geológica a nivel nacional que muestra las principales capas geológicas en las que se pueden encontrar gas y petróleo.

La página web de gas y petróleo, a través de un mapa interactivo, permite a los usuarios acceder a la información de una forma fácil y comprensible. Gran parte de la información puede ser descargada, permitiendo incorporar los datos a los distintos sistemas y modelos de los usuarios.



Oil and gas fields: Netherlands

- Oil field
- Gas field

0 50 km

NATURAL RESOURCES

RESSOURCES NATURELLES ★ RECURSOS NATURALES

COAL AND LIGNITE

Coal and lignite continue to be important energy sources in Europe and account for about 40% of power production. Both of these resources are non-renewable. Mining of coal and lignite, and the production of energy from them in power stations is a cause of substantial conflict with our natural environment. However, any decrease in use of these fuels will not be easy and requires a long transition. Underground coal mining takes place in many countries across Europe including Poland. The coal seams are often found at depths of more than 1200 m. Lignite is mined by opencast (surface) methods, usually only a few hundred metres deep.

Geological knowledge is an essential prerequisite in the exploration for coal and lignite. It is also necessary for their efficient extraction, especially when contemplating new methods and technologies. Such technologies include Underground Coal Gasification and Bacterial Underground Coal Conversion. Understanding the geological context is also crucial to the safe and effective closure and restoration of coal and lignite mining.

CHARBON ET LIGNITE

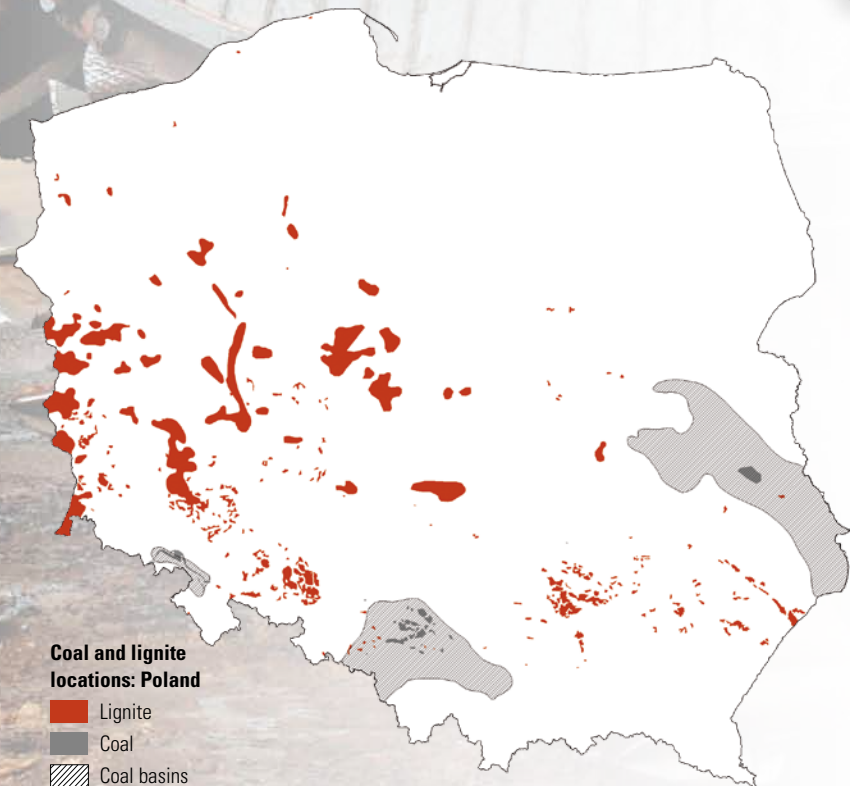
Le charbon et le lignite sont deux ressources non renouvelables qui continuent d'être d'importantes sources d'énergie en Europe. Elles comptent pour environ 40% de la production d'électricité. L'extraction de charbon et de lignite, ainsi que la production d'énergie dans les centrales électriques sont une cause importante de conflit avec notre environnement naturel. Cependant, toute réduction de l'utilisation de ces combustibles ne sera pas facile et nécessitera une longue période de transition. L'extraction souterraine du charbon prend place dans de nombreux pays à travers l'Europe dont la Pologne. Les couches de charbon se trouvent souvent à plus de 1200 m de profondeur. Le lignite est exploité à ciel ouvert, généralement sur quelques centaines de mètres de profondeur.

Connaître la géologie du terrain est une condition essentielle à l'exploration et à l'extraction efficace du charbon et du lignite, lorsque l'on envisage de nouvelles méthodes et technologies. Ces dernières comprennent la gazéification souterraine du charbon et la conversion in situ du charbon par des techniques microbiologiques. Comprendre le contexte géologique est également crucial pour la fermeture en sécurité et la restauration des anciennes exploitations de charbon et de lignite.

CARBÓN Y LIGNITO

El carbón y el lignito siguen siendo fuentes de energía importantes en Europa. Contribuyen aproximadamente el 40% de producción total de energía. Ambos, son recursos no renovables. La minería de carbón y lignito, y su uso subsecuente para la producción de energía en centrales eléctricas, es una de las mayores causas de conflicto con el medio ambiente. Sin embargo, la disminución en el empleo de estos combustibles no será fácil y requerirá un largo periodo de transición. La explotación hullera subterránea, se da en muchos países europeos, incluyendo Polonia. Las capas de carbón se encuentran a menudo a profundidades mayores de 1200 m. El lignito es extraído, por lo general, en minas a cielo abierto, sólo a unos cientos de metros de profundidad.

El conocimiento geológico es un requisito esencial en la búsqueda de carbón y lignito. Es también muy necesario para una extracción eficiente, especialmente cuando se contempla el uso de nuevos métodos y tecnologías. Tales tecnologías incluyen la gasificación subterránea del carbón y la conversión bacteriana subterránea del carbón. Entender el contexto geológico de las zonas con minería de carbón y lignito es crucial para el cierre seguro y eficaz de las minas y para su restauración.



**Coal and lignite
locations: Poland**

- Lignite
- Coal
- Coal basins

NATURAL RESOURCES

RESSOURCES NATURELLES ★ RECURSOS NATURALES

METALLIC MINERALS

Metallic minerals have been important to society since the end of the Stone Age. Data on mineral distribution are fundamental to mineral exploration, regional geological studies and land use planning. They show the areas of known mineral deposits and where the highest potential for future resources is. In Europe, such knowledge is important, as the European Union produces only about 3% of the metals annually consumed in the world, while it uses around 25% of the metals produced globally.

Northern Europe is a significant metallic raw material producer. Recent research done in Finland and adjacent countries, which form the geological domain of the Fennoscandian Shield, show extensive areas of metal deposits and probable future metal ore resources. Successful exploration uses geological mineral assessment data to secure the raw materials needed by our society in manufacturing. These data show, for example, where there is potential for further discoveries of gold, palladium, platinum, copper, cobalt, nickel, iron, titanium and vanadium. The Scandinavian region also has potential resources of metals used in high-tech applications, such as lithium, niobium, and rare earth metals essential in mobile phones and modern electric engines.

MINÉRAUX MÉTALLIQUES

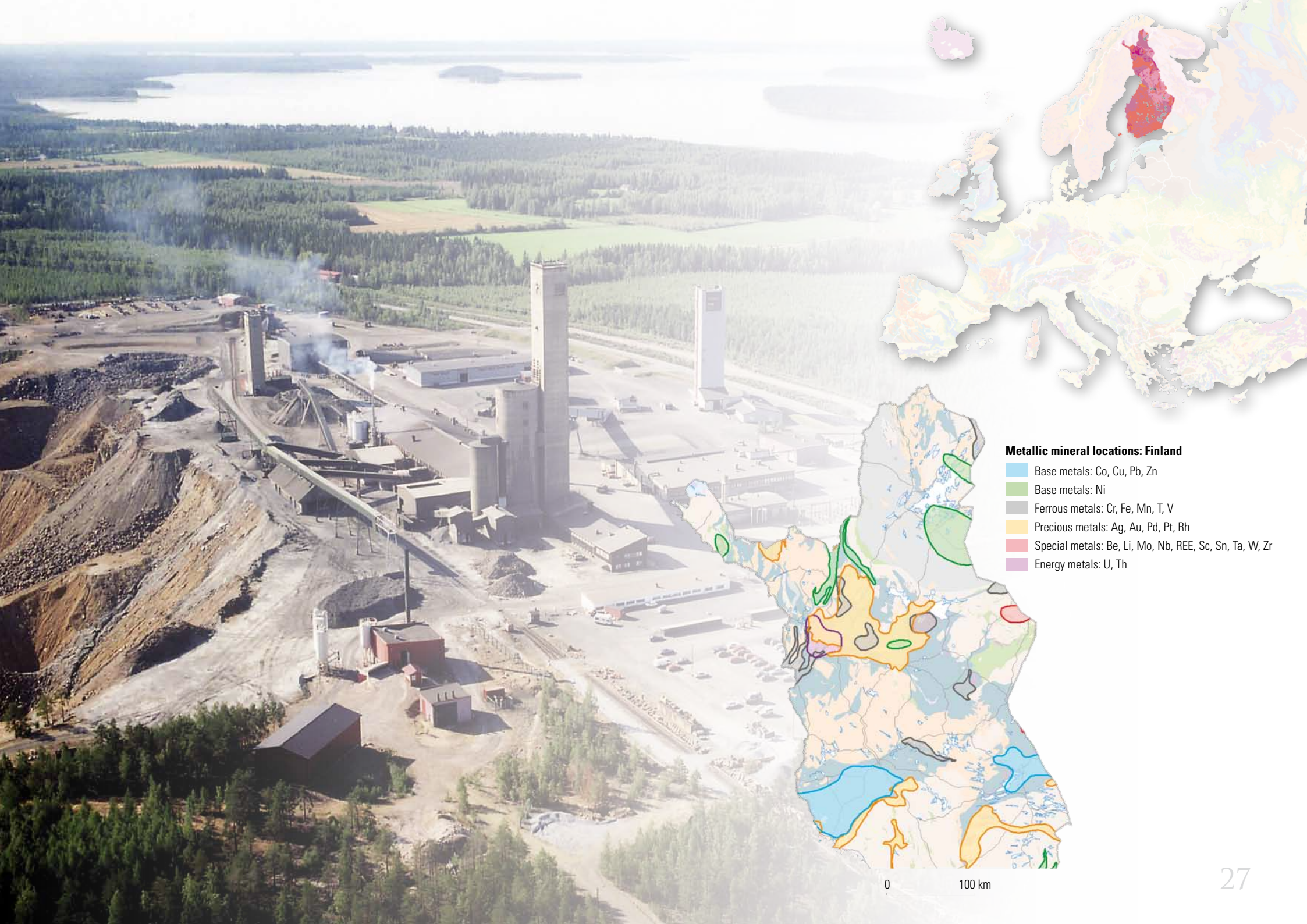
Les minéraux métalliques ont été importants pour la société depuis la fin de l'âge de pierre. Les données sur les minéraux sont essentielles à l'exploration minière ainsi qu'aux études géologiques et régionales d'aménagement du territoire car elles montrent les gisements connus de minéraux et localisent les futurs gisements potentiels. En Europe, une telle connaissance est importante, car l'Union Européenne ne produit qu'environ 3% des métaux consommés annuellement dans le monde, alors qu'elle en utilise environ 25%.

L'Europe du Nord est un important producteur de matières premières métalliques. Des recherches récentes réalisées en Finlande et dans les pays voisins, formant le domaine géologique du Bouclier Fennoscandien, montrent de vastes zones de gisements de métaux et de possibles futures ressources de minerais métalliques. L'exploration des ressources minérales si nécessaires au développement de notre société se développe grâce aux données géologiques. Ces données montrent, par exemple, l'existence possible d'or, palladium, platine, cuivre, cobalt, nickel, fer, titane et vanadium. La région Scandinave a aussi des ressources potentielles de métaux pouvant être utilisés dans les applications de haute technologie, tels que le lithium, le niobium, ainsi que des métaux essentiels dans les téléphones portables et les moteurs électriques modernes.

MINERALES METÁLICOS

Los minerales metálicos han sido importantes en nuestra sociedad desde el final de la Edad de Piedra. La información sobre la distribución de los minerales es fundamental para la exploración minera, para estudios geológicos regionales y para la planificación del ordenamiento territorial. Dichos datos nos muestran las áreas conocidas de reservas minerales y las de mayor potencial como futuro recurso. En Europa, tal conocimiento es importante debido a que la Unión Europea produce sólo un 3% de los metales consumidos anualmente en el mundo, y usa alrededor del 25% de los metales producidos a escala mundial.

Europa del Norte es un productor significativo de materias primas metálicas. Investigaciones recientes hechas en Finlandia y en los países vecinos que forman el dominio geológico del escudo Báltico, muestran extensas áreas con depósitos metálicos; probables recursos metálicos del futuro. En la búsqueda acertada de minerales, se deben utilizar datos geológicos que aseguren la disponibilidad de las materias primas demandadas por la sociedad y las industrias. Estos datos muestran, por ejemplo, donde hay potencial para posibles futuros descubrimientos de oro, paladio, platino, cobre, cobalto, níquel, hierro, titanio y vanadio. La región escandinava también tiene recursos potenciales de metales usados en aplicaciones de alta tecnología, como el litio, el niobio y las tierras raras, esenciales en teléfonos móviles y motores eléctricos modernos.



Metallic mineral locations: Finland

- Base metals: Co, Cu, Pb, Zn
- Base metals: Ni
- Ferrous metals: Cr, Fe, Mn, T, V
- Precious metals: Ag, Au, Pd, Pt, Rh
- Special metals: Be, Li, Mo, Nb, REE, Sc, Sn, Ta, W, Zr
- Energy metals: U, Th

0 100 km

NATURAL RESOURCES

RESSOURCES NATURELLES ★ RECURSOS NATURALES

GROUNDWATER RESOURCES

Groundwater is a strategic but hidden resource of many EU countries, while in others the scarcity of it may be the cause of serious problems. Groundwater is found primarily in sedimentary rocks, such as sandstone or limestone aquifers. Igneous rocks may also contain groundwater, but usually they do not form aquifers (rocks that contain economically useful quantities of groundwater).

Groundwater is used for many purposes and by many end users. In many countries it is the main source of drinking water. Other uses are for agriculture, industry, energy, mining, or wellness purposes. Some terrestrial ecosystems are totally dependent on groundwater. The quantity and quality of groundwater in Hungary and many other nations is monitored through water level and yield measurements, and also specific chemical analyses. This helps to determine potential changes which can be caused by water usage and changes in our climate.

Groundwater is not static, it evolves along its flow path. Precipitation recharges groundwater and it is discharged through springs, rivers, lakes, seas and evaporating surfaces in arid and semi-arid regions. Geology and the interaction of water and rocks is crucial to the quantity and quality of groundwater.

RESSOURCES EN EAUX SOUTERRAINES

Les eaux souterraines constituent une ressource stratégique, mais cachée, dans de nombreux pays européens. Dans d'autres, sa rareté peut être la cause de graves problèmes. Les eaux souterraines se trouvent principalement dans les roches sédimentaires, comme le grès ou les aquifères calcaires. Les roches ignées peuvent également contenir des eaux souterraines, mais en général elles ne sont pas aquifères (roches contenant des quantités économiquement utiles d'eaux souterraines).

Les eaux souterraines sont utilisées à des fins multiples telles que l'agriculture, l'industrie, l'énergie, les mines, ou à des fins personnelles. Dans de nombreux pays, elles sont les principales sources d'eau potable. Certains écosystèmes terrestres sont totalement dépendants de ces eaux souterraines. La quantité et la qualité des eaux souterraines en Hongrie et dans d'autres pays sont contrôlées par des mesures du niveau d'eau, du débit, et des analyses chimiques spécifiques. Cela aide à déterminer les changements possibles qui peuvent être causés par l'usage de l'eau et des changements dans notre climat.

Les eaux souterraines ne sont pas immuables et évoluent durant leurs trajets d'écoulement. Les précipitations renfluent les nappes souterraines puis s'évacuent par l'intermédiaire des sources, rivières, lacs, mers, voire des surfaces d'évaporation dans les régions arides et semi-arides. La géologie et l'interaction de l'eau et des roches est cruciale pour évaluer la quantité et la qualité des eaux souterraines.

RECURSOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Las aguas subterráneas son un recurso estratégico escondido de muchos países de la Unión Europea, y su escasez, en muchos otros países, puede llegar a ser la causa de problemas graves. Las aguas subterráneas se encuentran principalmente en rocas sedimentarias, como acuíferos de caliza o arenisca. Las rocas ígneas también pueden contener aguas subterráneas pero, por lo general, no son buenos acuíferos (rocas que contienen cantidades económicamente viables de aguas subterráneas).

Las aguas subterráneas tienen usos diversos y son utilizadas por muchos usuarios. En numerosos países son la fuente principal de agua potable. Otros empleos son para la agricultura, la industria, la energía, la minería, y la salud. Algunos ecosistemas terrestres dependen totalmente de las aguas subterráneas. La cantidad y la calidad de las aguas subterráneas son en muchas naciones, como en Hungría, monitorizadas mediante medidas del nivel freático, de producción, y con análisis químicos específicos. Esto ayuda a determinar potenciales cambios que pueden ser causados por el mal uso del agua o por cambios climáticos.

Las aguas subterráneas no son estáticas, si no que evolucionan a lo largo de su camino. La precipitación recarga las aguas subterráneas que desembocan en arroyos, ríos, lagos, mares y a zonas de evaporación como son las regiones áridas y semiáridas. La geología y la interacción del agua con las rocas son cruciales en la cantidad y la calidad de las aguas subterráneas de una determinada región.



Monitoring of shallow groundwater bodies: Hungary

Groundwater bodies

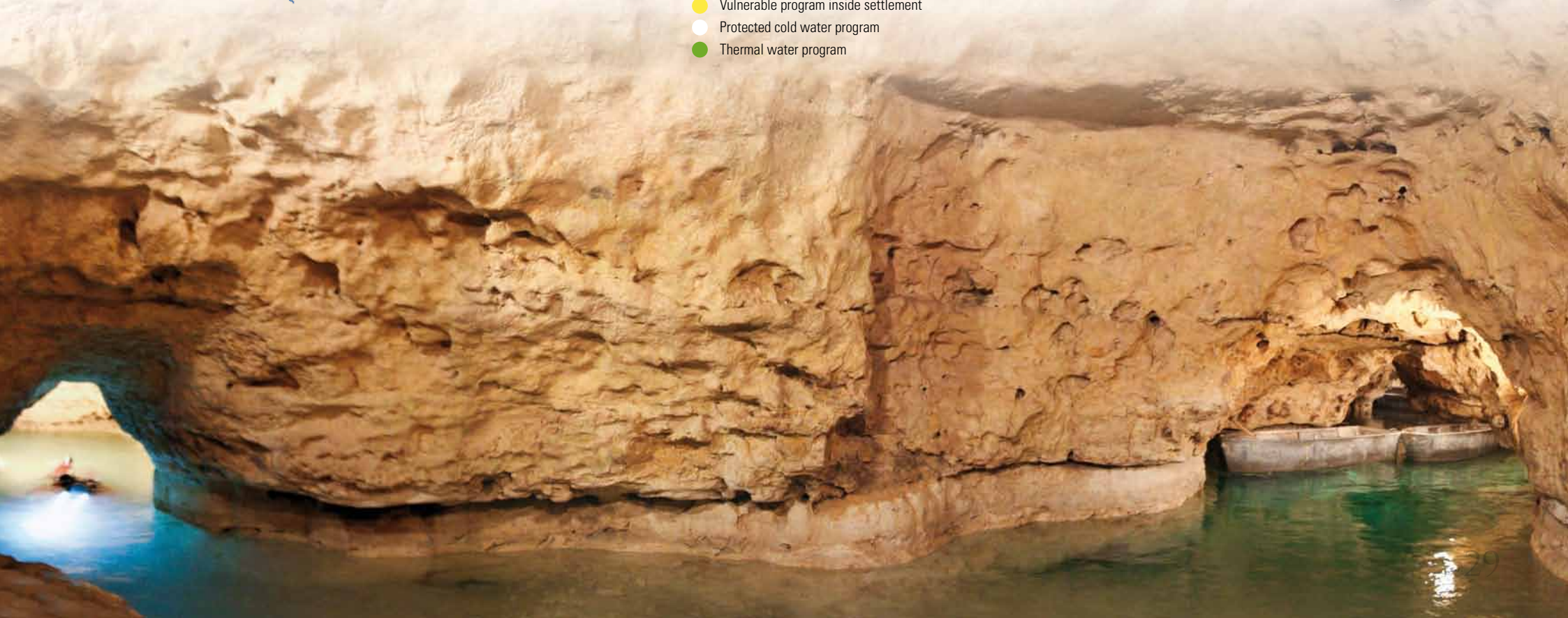
- Shallow porous, upward flow type
- Shallow porous, downward flow type
- Shallow porous, mixed flow type
- Shallow porous, mountainous

Quantity monitoring

- Groundwater level measurement
- Yield measurement

Quality monitoring

- Vulnerable program outside settlement
- Vulnerable program inside settlement
- Protected cold water program
- Thermal water program



NATURAL RESOURCES

RESSOURCES NATURELLES ★ RECURSOS NATURALES

BUILDING STONES

In the past most of our cities and many of our homes would have been constructed using building stones quarried from the Earth. As maintenance of our built heritage grows there has been increasing demand for high quality natural materials for building industry and restoration of historical monuments. In order to help meet that demand many geological surveys have assembled databases and sample collections of natural building stones.

The Czech Geological Survey has developed a sophisticated information system on decorative and building stones. The database contains information about stones suitable for building and decorative purposes. It is designed not only for geologists, but for stonemasons, restorers, developers, expert conservationists, and the public. The data was derived from specialised books and journals, plus ongoing geological fieldwork, including collection of samples and photo documentation.

The database contains information, about the quarrying and mining sites, about the usability of the stone, and about the places where the stone has been used. This means geological surveys are well placed to help architects, planners and builders source sometimes scarce raw materials.

PIERRES DE CONSTRUCTION

Dans le passé la plupart de nos villes et de nombreuses maisons étaient construites avec des pierres de construction provenant de carrières. L'entretien et la restauration des monuments historiques se développant, il y a eu une augmentation de la demande de matériaux naturels de haute qualité. Afin de répondre à cette demande de nombreux services géologiques ont créé des bases de données et collecté des échantillons de pierres naturelles de construction.

Le service géologique tchèque a mis au point un système d'information sophistiqué sur les pierres de construction et pierres décoratives. La base de données contient des informations propres à chaque type de pierre. Ce système est conçu non seulement pour les géologues, mais aussi pour diverses professions telles que les maçons, restaurateurs en bâtiment, constructeurs, experts écologistes, et aussi le public. Les données proviennent de livres et de revues spécialisées, mais aussi de recherches géologiques sur le terrain comprenant collectes d'échantillons et documentation photographique.

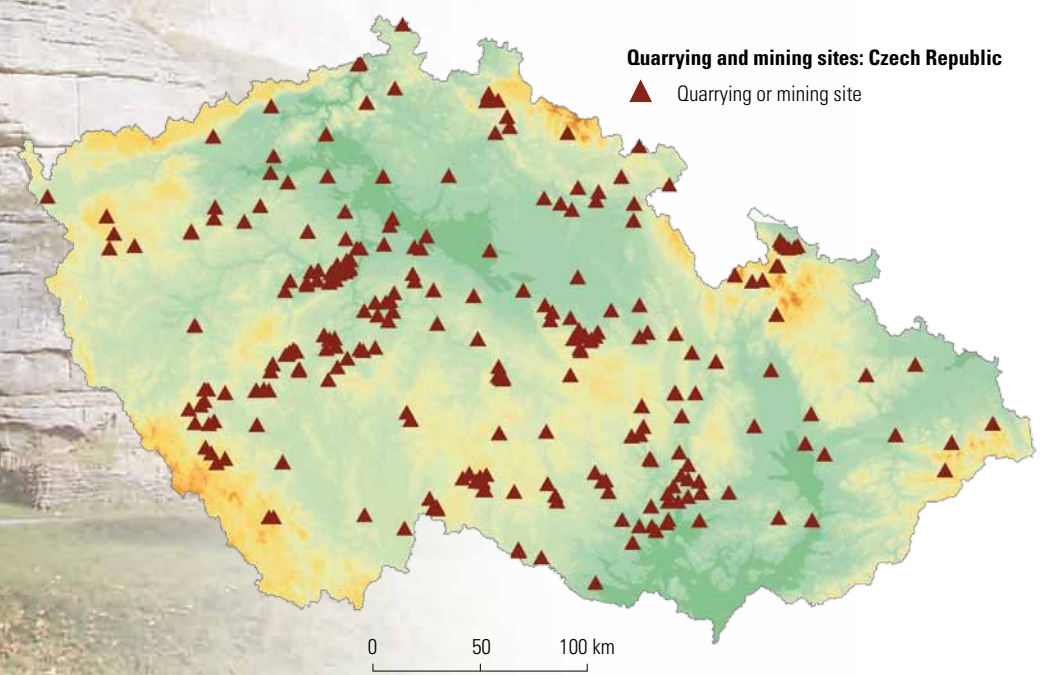
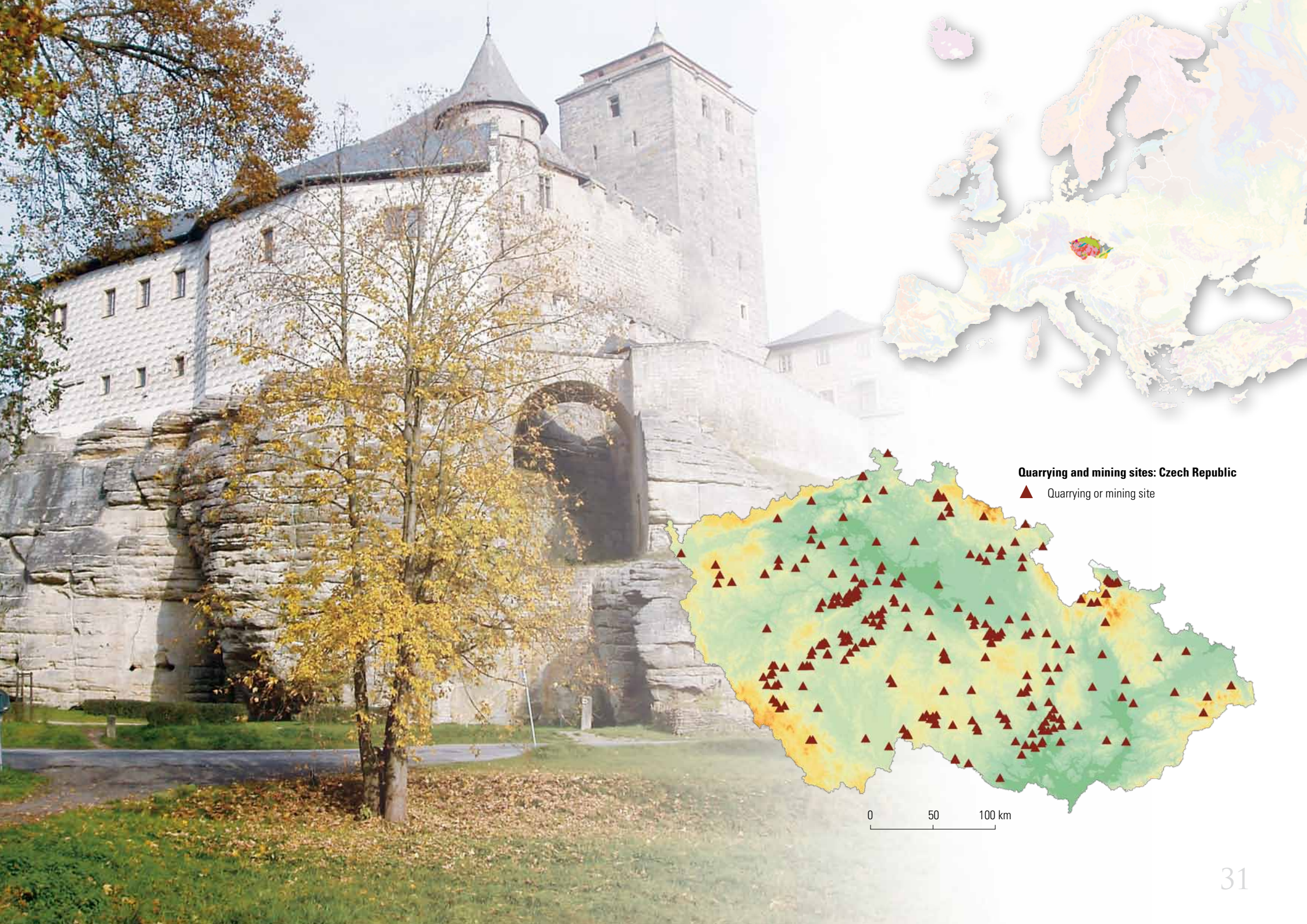
La base de données contient des informations sur les carrières et les mines, sur l'utilisation de la pierre, ainsi que les endroits où la pierre a été utilisée. Cela signifie que les études géologiques sont bien utiles pour aider les architectes, planificateurs et constructeurs en quête de matières premières.

ROCAS DE CONSTRUCCIÓN

En el pasado, la mayor parte de nuestras ciudades y muchas de nuestras casas fueron construidas usando piedras extraídas de canteras. La demanda para mantener nuestra herencia cultural, en la forma de edificios y construcciones en general, sigue actualmente creciendo. Es por esto que la demanda de materiales de alta calidad, para la construcción y la restauración de monumentos históricos, está aumentando considerablemente. Para satisfacer esta demanda muchos institutos geológicos han creado bases de datos y colecciones de piedras naturales de construcción.

El Instituto Geológico Checo ha desarrollado un sofisticado sistema de información sobre piedras ornamentales y de construcción. La base de datos contiene la información sobre las piedras apropiadas para la construcción y para objetivos decorativos. Está diseñado no sólo por geólogos, sino también por canteros, restauradores, promotores inmobiliarios, expertos en la conservación, y el público en general. Los datos fueron sacados de libros y diarios especializados, con la adición de trabajos geológicos de campo, todavía en desarrollo, que incluyen la recogida de muestras y fotos.

La base de datos contiene información sobre la localización de canteras y minas, sobre la utilidad de la piedra y sobre los lugares donde la piedra ha sido usada. Esto demuestra la capacidad de los institutos geológicos a la hora de ayudar a los arquitectos, constructores y conservacionistas a encontrar las materias primas que a veces escasean.



NATURAL RESOURCES

RESSOURCES NATURELLES ★ RECURSOS NATURALES

GEOHERMAL POTENTIAL

Beneath our feet, the temperature of the Earth increases with depth. Geothermal energy exploits this heat stored in the rocks, or in water below the surface. Geothermal energy is consistent with the principle of sustainable development; it produces little waste, and is renewable. Technological innovation has facilitated its development and its integration into our 21st century environment.

Fifteen metres below the surface of the Earth, the temperature of the rock no longer depends on the season or the climate, but on geological conditions alone.

Some of the heat comes from the cooling of the Earth's core but most is from the decay of radioactive elements, mainly uranium, thorium and potassium, in rocks of the crust. The increase in temperature with depth, or 'thermal gradient', varies with the chemical composition and age of rocks. In France it averages 40°C/km. The gradient is not the same everywhere and thus the temperature map at depth reflects the variability and diversity of the geology of Europe.

In the Paris region, a limestone reservoir of which covers 15 000 km² provides temperatures ranging between 56 and 85°C and has been exploited to heat the equivalent of 150 000 homes for the past 20 years.

POTENTIEL GÉOTHERMIQUE

Sous nos pieds, la température de la Terre augmente avec la profondeur. L'énergie géothermique exploite la chaleur stockée dans les roches, ou dans l'eau sous la surface. L'énergie géothermique est compatible avec le principe du développement durable. Elle produit peu de déchets, et est renouvelable. L'innovation technologique a facilité son développement et son intégration dans notre environnement du 21ème siècle.

Quinze mètres sous la surface de la Terre, la température de la roche ne dépend plus de la saison ou du climat, mais uniquement des conditions géologiques.

Une partie de cette chaleur provient du refroidissement du noyau de la Terre. Cependant, la majorité de cette chaleur est le résultat de la désintégration d'éléments radioactifs, principalement d'uranium, de thorium et de potassium dans les roches de la croûte. L'augmentation de la température avec la profondeur, ou 'gradient géothermal', varie avec la composition chimique et l'âge des roches. En France, elle est de 40°C/km en moyenne. Le gradient n'est pas le même partout. Par conséquent la carte des températures en profondeur reflète la variabilité et la diversité de la géologie en Europe.

Dans la région parisienne, un réservoir de calcaire couvrant 15 000 km² offre des températures variant entre 56 et 85°C. Il a été exploité pour chauffer l'équivalent de 150 000 logements ces 20 dernières années.

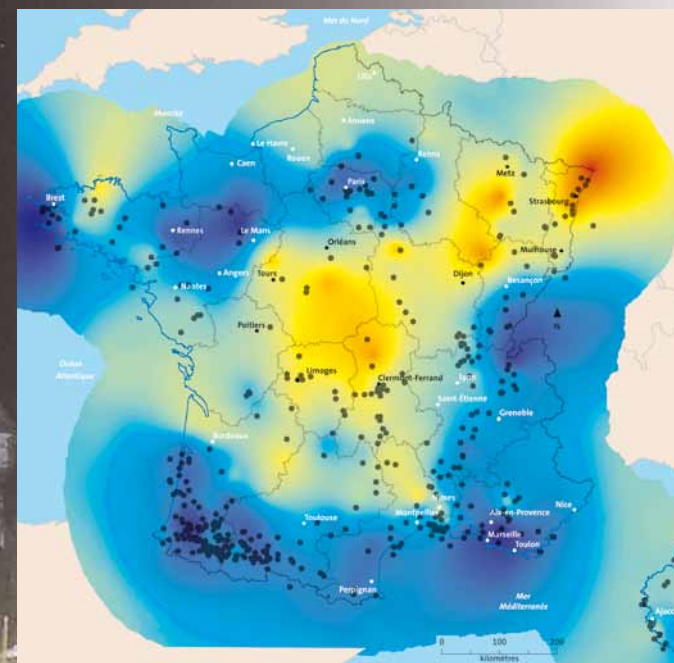
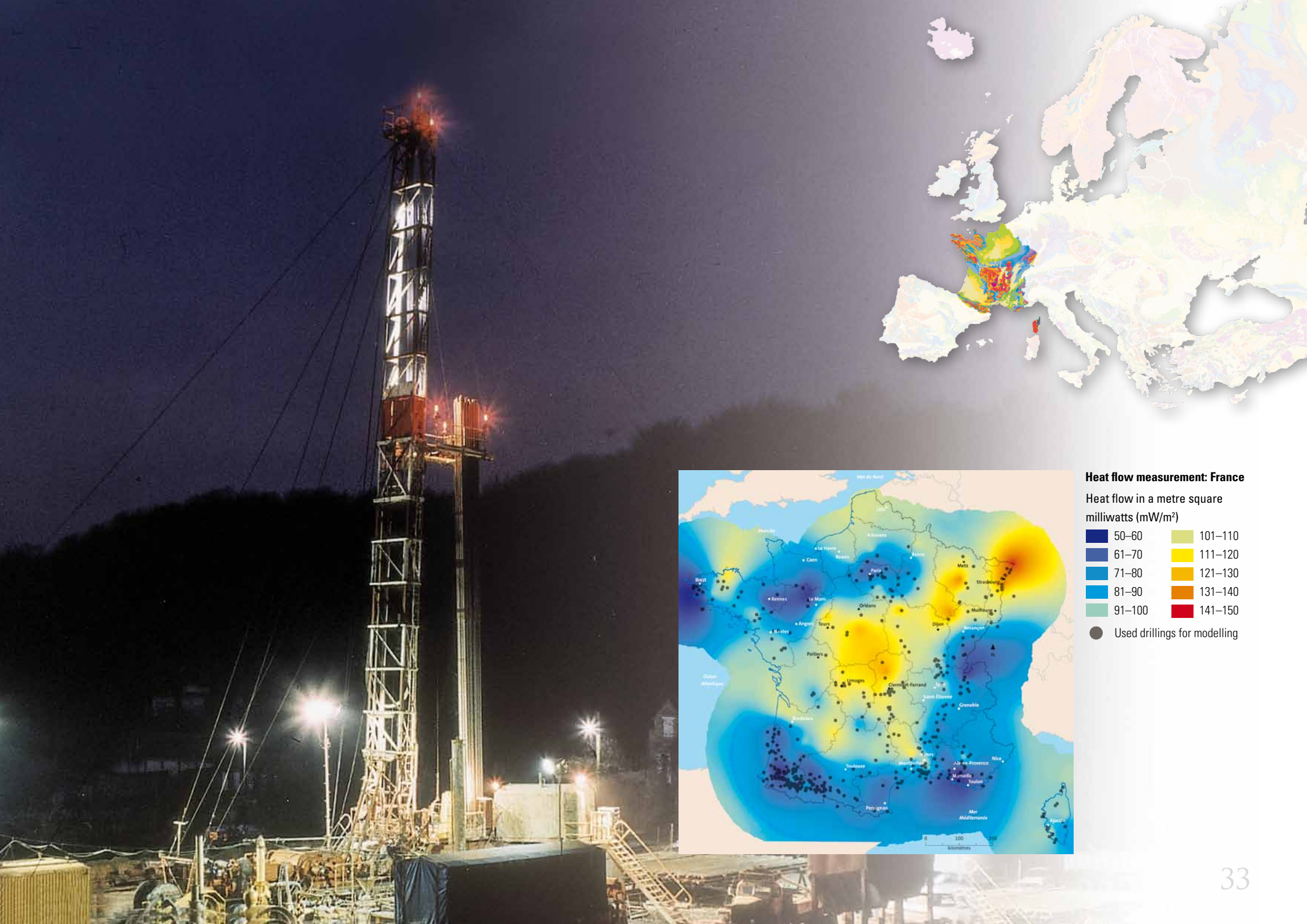
ENERGÍA GEOTÉRMICA

Bajo nuestras casas, la temperatura de la tierra aumenta con la profundidad. La energía geotérmica explota este calor interior de la tierra almacenado en las rocas, o en el agua subterránea. Esta energía es compatible con el principio de desarrollo sostenible; produce pocos residuos, y es renovable. La innovación tecnológica ha facilitado su desarrollo y su integración en el siglo XXI.

Quince metros bajo tierra, la temperatura de la roca no depende de la estación del año o del clima, sino solamente de las condiciones geológicas.

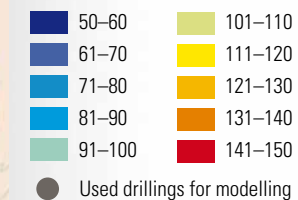
El calor proviene no solo del enfriamiento del núcleo terrestre, sino también del decaimiento de elementos radiactivos, principalmente del torio, el uranio y el potasio, presentes en las rocas de la corteza terrestre. El aumento de la temperatura con la profundidad, o 'gradiente geotérmico', varía con la composición química y edad de las rocas. En Francia este gradiente es de 40°C/km de promedio. El gradiente térmico varía según la zona y es por eso, que el mapa de temperaturas profundas, refleja la variabilidad y diversidad de la geología europea.

En la región parisense, un depósito de caliza de 15 000 km² proporciona temperaturas entre los 56 y 85°C y ha sido explotado para calentar el equivalente de 150 000 casas durante los últimos 20.



Heat flow measurement: France

Heat flow in a metre square
milliwatts (mW/m²)



MITIGATING HAZARDS

ATTÉNUATION DES RISQUES ★ MITIGACIÓN DE RIESGOS GEOLÓGICOS

LANDSLIDES

Landslides and other movements of rock and soil downhill are usually natural processes. The precise type of landslide depends mostly upon the type of rock and debris and the steepness of the slope. Landslides are mainly driven by gravity but factors such as rainfall, earthquakes or human activity may cause destabilisation and cause movement to occur. Geology, geomorphology and climate are by far the most important factors in assessing whether a landslide will occur. Soft material like clay, silt, tuff or weathered soil are much more likely to be mobilised into a landslide than limestone, granite or other solid rocks.

We humans have expanded development in areas which are geologically less favourable. This has resulted in increased landslide risks to infrastructure, housing and industry. These problems can be and are mitigated, or even avoided by taking geological parameters into account and placing development restrictions on the areas that are prone to landslides.

In Slovenia, and in most other EU nations, landslide susceptibility, hazard and risk maps are a key component of responsible planning; from general guidance to very detailed information on specific location and proposed mitigation measures.

GLISSEMENTS DE TERRAINS

Les glissements de terrain et autres mouvements de roches et de sols sont généralement des processus naturels. Le type précis de glissements de terrain dépend principalement du type de roches et de débris ainsi que la raideur de la pente. Les glissements de terrain sont principalement dus à la gravité, mais d'autres facteurs tels que la pluie, les tremblements de terre ou l'activité humaine peuvent provoquer la déstabilisation et le mouvement du terrain. La géologie, la géomorphologie et le climat sont de loin les facteurs les plus importants pour évaluer les risques de glissements de terrain. Les matériaux souples comme l'argile, les silts et tuf ou les sols érodés sont beaucoup plus susceptibles d'être impliqués dans un glissement de terrain que le calcaire, le granit ou autres roches solides.

Nous autres humains nous sommes développés dans des zones géologiquement moins favorables. Cela a entraîné des risques de glissements de terrains affectant l'infrastructure, le logement et l'industrie. Ces problèmes peuvent être et sont atténués, voire évités en prenant en compte des paramètres géologiques et en imposant des restrictions au développement sur des zones sujettes à risques.

En Slovénie, et dans la plupart des pays de l'Union Européenne, les risques d'aléas de glissements de terrain, et des cartes de risques sont des éléments clés pour une planification responsable offrant des informations générales locales, et fournissant des mesures d'atténuation des risques.

DESLIZAMIENTOS

Los deslizamientos y otros derrumbamientos de rocas y suelos, son procesos que ocurren generalmente por causas naturales. El tipo exacto de derrumbamiento depende sobre todo del tipo de roca, del tipo de detritos y de la pendiente. Los deslizamientos son normalmente provocados por la gravedad, aunque factores como la precipitación, los terremotos o la actividad humana pueden causar una inestabilidad que provoque el movimiento de tierras. La geología, la geomorfología y el clima son con mucho, los factores más importantes para valorar la posibilidad de que ocurra un deslizamiento. Materiales blandos como la arcilla, la limolita, tobas volcánicas o el suelo erosionado tienen mayor posibilidad de formar parte de derrumbamientos que las calizas, granitos u otras rocas más compactas.

Nosotros, los humanos, hemos ampliado la urbanización en áreas geológicamente poco favorables. Esto ha causado el aumento de riesgo de derrumbamientos en infraestructuras, viviendas e industrias. Estos riesgos se podrían mitigar, e incluso evitar, teniendo en consideración los parámetros geológicos e imponiendo restricciones de urbanización en las áreas propensas a deslizamientos.

En Eslovenia, y en muchas otras naciones de la Unión Europea, los mapas de susceptibilidad, peligrosidad y de riesgo de deslizamientos, son componentes clave para la planificación responsable; desde guías genéricas, información detallada de áreas específicas, hasta propuestas de medidas de mitigación.



Landslide susceptibility: Slovenia

- Negligible
- Insignificant
- Low
- Medium
- High
- Very high

0 25 50 km

SHRINK-SWELL CLAYS

Some clays increase or decrease in volume as they absorb or lose water. These volume changes can cause ground instability — either swelling (heave), or shrinking (subsidence). In rocks that contain clay, the amount of volume change will depend on both the amount and the type of clay minerals present because some clays can absorb more water than others with a proportionally greater effect.

Detailed information on the location of swelling and shrinking clays is relevant to planners, engineers and householders and those in the property and insurance sectors. In areas where swelling and shrinking clays are a problem, foundations should be sufficiently deep to avoid the active shrink-swell zone and should be designed to resist lateral pressures. It is best to take advice before planting or removing trees and shrubs near buildings sited in areas with significant shrink-swell potential.

In the UK damage caused by swelling and shrinking clay can exceed €400 million of insured losses every year. Here the hazard potential has been assessed using detailed scale maps of bedrock geology and superficial deposits, combined with information from several hundred thousand borehole records, scientific documents and engineering reports, photographs and geotechnical property values. The detailed digital data on swelling and shrinking clay are available as attributed vector polygons, raster grids, and in spreadsheet format, as well as an e-commerce reporting service.

ALÉA RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES

Certaines argiles augmentent ou diminuent de volume en absorbant ou perdant de l'eau. Ces changements de volume peuvent entraîner une instabilité du sol — soit un gonflement (soulèvement), soit un rétrécissement (subsidence). Dans les roches qui contiennent l'argile, le changement de volume dépend de la quantité d'argile. Certaines argiles peuvent absorber plus d'eau que d'autres produisant un effet proportionnellement plus important.

Des informations détaillées sur l'emplacement des argiles gonflantes et rétractables sont importantes pour les planificateurs, ingénieurs, propriétaires et assureurs. Dans les zones où le gonflement et le retrait des argiles sont un problème, les fondations doivent être suffisamment profondes pour éviter de tels risques. Les fondations doivent être conçues pour résister aux pressions latérales. Il est préférable de prendre conseil avant de planter ou d'enlever des arbres et des arbustes à proximité des bâtiments situés dans des zones à risques.

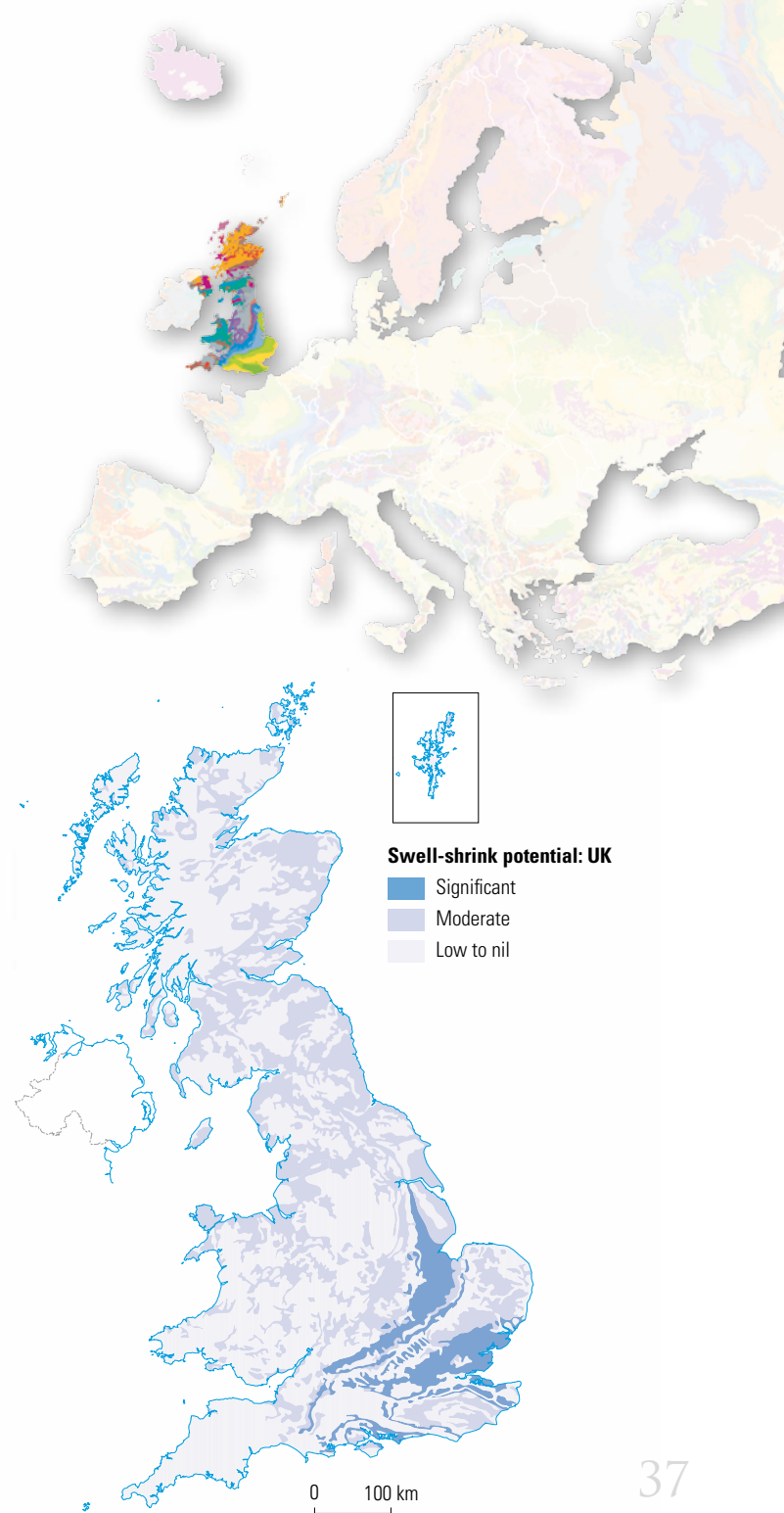
Dans le Royaume-Uni, les dommages causés par l'argile peuvent dépasser 400 millions d'euros chaque année. Ici, le risque potentiel a été évalué en utilisant des cartes détaillées de roches et de dépôts en surface, combinées avec des informations provenant de plusieurs centaines de milliers de données de sondages, de documents scientifiques, rapports techniques, photographies et paramètres géotechniques. Les données numériques détaillées sur les argiles sont disponibles en tant que polygones vectoriels, ou sur des grilles et sous forme de service en e-commerce.

ARCILLAS EXPANSIVAS

Algunas arcillas tienen la propiedad de aumentar o disminuir de volumen al absorber o perder agua. Estos cambios de volumen pueden causar inestabilidad del terreno — por hinchamiento (elevación) o encogimiento (hundimiento). La cantidad de cambio de volumen, en las rocas que contienen arcilla, dependerá tanto de la cantidad como del tipo de minerales que contenga. Es por esto que algunas arcillas pueden absorber más agua que otras, provocando un efecto mucho mayor.

La información detallada sobre la localización de estas arcillas expansivas es importante para ingenieros, arquitectos, propietarios, así como los sectores inmobiliarios y de seguros. En las áreas donde predominan estos suelos, los cimientos deberían ser suficientemente profundos para evitar la zona activa de hinchamiento o encogimiento, y deberían ser diseñados para resistir presiones laterales. Es mejor pedir consejo, antes de plantar o talar árboles, y/o arbustos, cerca de edificios situados en áreas con significativa presencia de arcillas expansivas.

En Gran Bretaña, el daño anual causado por este tipo de procesos puede exceder los 400 millones de euros de pérdidas para las aseguradoras. En este país, el potencial de riesgo ha sido evaluado usando mapas geológicos detallados, combinados con la información de varios cientos de miles de registros de pozos, documentos científicos e informes de ingeniería, fotografías y evaluaciones geotécnicas. Los datos detallados digitales sobre arcillas expansivas están disponibles como polígonos vectoriales atribuidos, como archivos raster, y en hojas de cálculo. También se puede acceder a ellos a través de un servicio de descarga de informes en internet.



SOLUBLE ROCKS

Soluble rocks comprise predominantly limestone, dolomite, marble, or evaporites such as gypsum, anhydrite and rock salt. Soluble rocks produce landforms in which sinkholes are common. They are associated with a well-developed underground drainage system, caves and a paucity of surface streams. Areas of soluble rocks produce what is known as 'karst' scenery.

Karst occupies 20 million km² or about 12% of the Earth's land surface. The inherent instability of karst surfaces leads to millions of Euros of damage to roads, buildings and other structures annually. Radon levels in karst groundwater tend to be high in some regions, and underground conduits can distribute radon throughout a particular area. In Lithuania, although most karstic collapse is triggered by underground streams, lowering of water tables by over-pumping in areas underlain by thick soils or weak rocks can cause ground failure and collapse. Subsidence can also be caused by concentrated surface water run-off especially around urban and industrial development, or along roads. Warmer winters and longer active periods of precipitation are causing increased surface water run-off, which feeds groundwater and thus accelerates instability and collapse.

ROCHES SOLUBLES

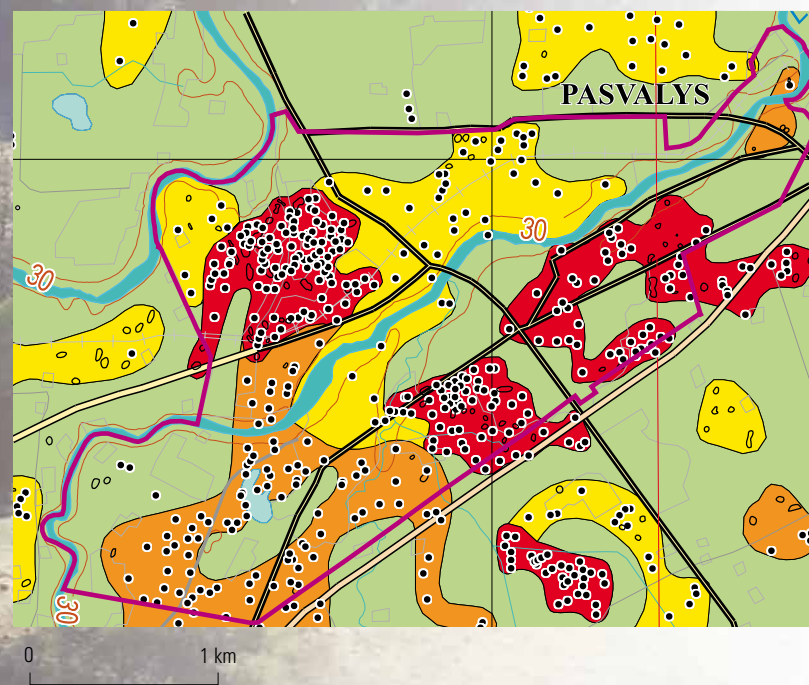
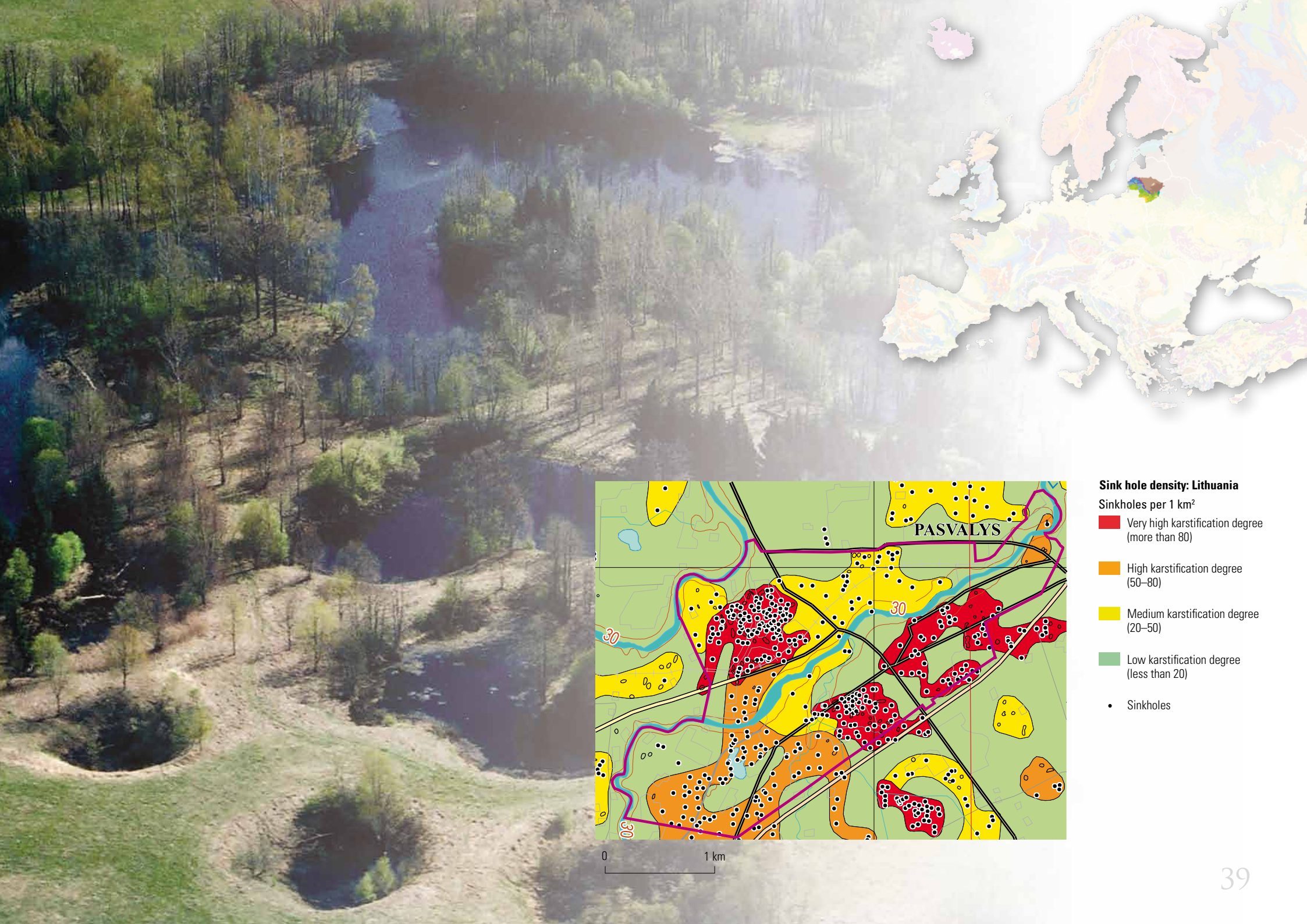
Les roches solubles comprennent principalement le calcaire, la dolomie, le marbre, ou les évaporites telles que le gypse, l'anhydrite et les cristaux de sel. Les roches solubles produisent un relief dans lequel les dépressions sont communes. Elles sont associées à un système de drainage souterrain développé, aux grottes et à une pénurie d'eau à la surface. Les zones de roches solubles produisent ce que l'on appelle le paysage de 'karst'.

Les karst occupent 20 millions de km², soit environ 12% des terres émergées. L'instabilité de surfaces karstiques provoquent des millions d'euros de dommages aux routes, bâtiments et autres structures chaque année. Les concentrations de radon dans les eaux souterraines karstiques ont tendance à être élevées dans certaines régions, et les conduites souterraines peuvent distribuer le radon dans des zones spécifiques. En Lituanie, bien que l'effondrement karstique soit déclenché par des rivières souterraines, la baisse des nappes phréatiques par le pompage excessif dans les régions recouvertes de sols épais ou des roches fragiles peut causer une défaillance du sol et un effondrement. La subsidence peut aussi être causée par des ruissellements concentrés autour de développements urbains et industriels, ou le long des routes. Les hivers plus chauds et les plus longues périodes de précipitations entraînent une augmentation du niveau de ruissellement, qui alimente les eaux souterraines et accélère de même l'instabilité et l'effondrement.

ROCAS SOLUBLES

Las rocas solubles son predominantemente rocas como la caliza, la dolomía, el mármol, o rocas evaporíticas como el yeso, la anhidrita y las sales. Las rocas solubles modifican el paisaje creando distintas formas, siendo las dolinas las más comunes. Éstas están asociadas a un sistema bien desarrollado de drenaje subterráneo, de cuevas, y a una falta de arroyos y pequeños ríos en la superficie. Las rocas solubles crean un paisaje muy específico que se conoce como paisaje kárstico.

El paisaje kárstico ocupa unos 20 millones de km² o, aproximadamente, el 12% de la superficie terrestre. La inestabilidad inherente de las zonas kársticas produce millones de euros anuales en daños a carreteras, edificios y otras estructuras. Los niveles de radón en aguas subterráneas kársticas, tienden en algunas regiones a ser altos y las galerías subterráneas ayudan a la diseminación del radón en el área. En Lituania, aunque la mayor parte del derrumbamiento kárstico es provocado por movimientos de aguas subterráneas, la bajada freática por excesivo bombeo de agua en áreas con suelos de gran espesor, o en áreas de rocas frágiles, puede causar derrumbamientos. Los hundimientos también pueden ser causados por la concentración de aguas superficiales a lo largo de las carreteras, o sobre todo, alrededor de zonas urbanas o industriales. La llegada de inviernos más calientes y de períodos más largos de precipitación, causan un aumento en la cantidad de agua superficial, que a su vez incrementa el volumen de aguas subterráneas y por lo tanto acelera la inestabilidad y el derrumbamiento.



- Sink hole density: Lithuania**
Sinkholes per 1 km²
- Very high karstification degree (more than 80)
 - High karstification degree (50–80)
 - Medium karstification degree (20–50)
 - Low karstification degree (less than 20)
 - Sinkholes

MITIGATING HAZARDS

ATTÉNUATION DES RISQUES ★ MITIGACIÓN DE RIESGOS GEOLÓGICOS

GROUND STABILITY— INTERFEROMETRY

Radar interferometry is a relatively new Earth observation technique that uses satellite images to detect small vertical movements of the ground. An elaborate numerical and statistical analysis of a large number of radar images of the same area, taken over a certain time period, allows precise measurements of ground motion. These small movements can help delineate areas affected by potentially dangerous ground processes.

In certain parts of Europe, the ground beneath our feet is not stable—active faults move during earthquakes or are reactivated by mining, volcanoes ‘swell’ under the pressure of rising lava and shrink after an eruption, slopes are affected by landslides, cliffs by rockfalls, and natural or man-made underground cavities collapse. All these events can put lives and property at risk. Other less spectacular and slower phenomena like compaction and settlement of peat and clay cause costly subsidence.

In Luxembourg and elsewhere in Europe radar interferometry is being used to quantify the amount and extent of the instability and reveal previously unknown areas of motion. Future subsidence can be predicted and early warnings can be issued.

STABILITÉ DU SOL— INTERFÉROMÉTRIE

L'interférométrie radar est une technique d'observation de la Terre relativement nouvelle qui utilise des images satellites pour détecter les petits mouvements verticaux du sol. Une analyse numérique et statistique approfondie d'un grand nombre d'images radar de la même zone, prises sur une certaine période de temps, permet de mesurer précisément le mouvement du sol. Ces petits mouvements peuvent aider à délimiter les zones potentiellement dangereuses.

Dans certaines parties de l'Europe, le sous-sol n'est pas stable—des failles actives se déplacent durant les tremblements de terre ou sont réactivées par l'exploitation minière, les volcans ‘gonflent’ sous la pression de la lave et se réduisent après une éruption. De plus, les versants sont affectés par des glissements de terrain, par des éboulements de falaises, ou par des effondrements de cavités souterraines naturelles ou artificielles. Tous ces événements peuvent mettre en danger des vies et des biens. D'autres phénomènes moins spectaculaires et plus lents tels que le compactage et le tassement de la tourbe et de l'argile provoquent des affaissements coûteux.

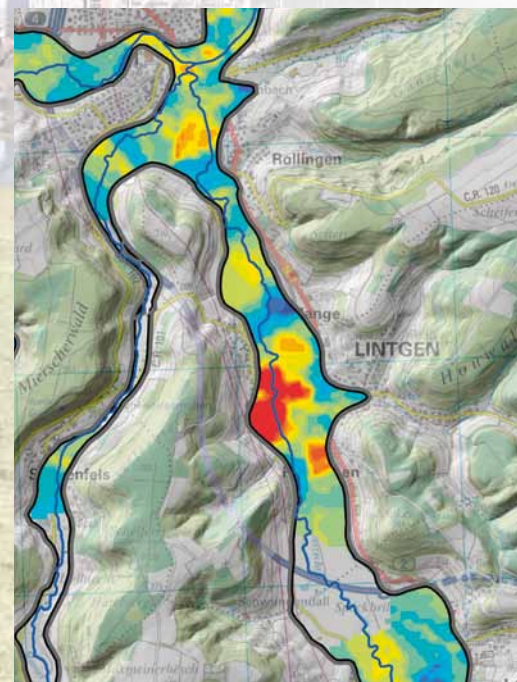
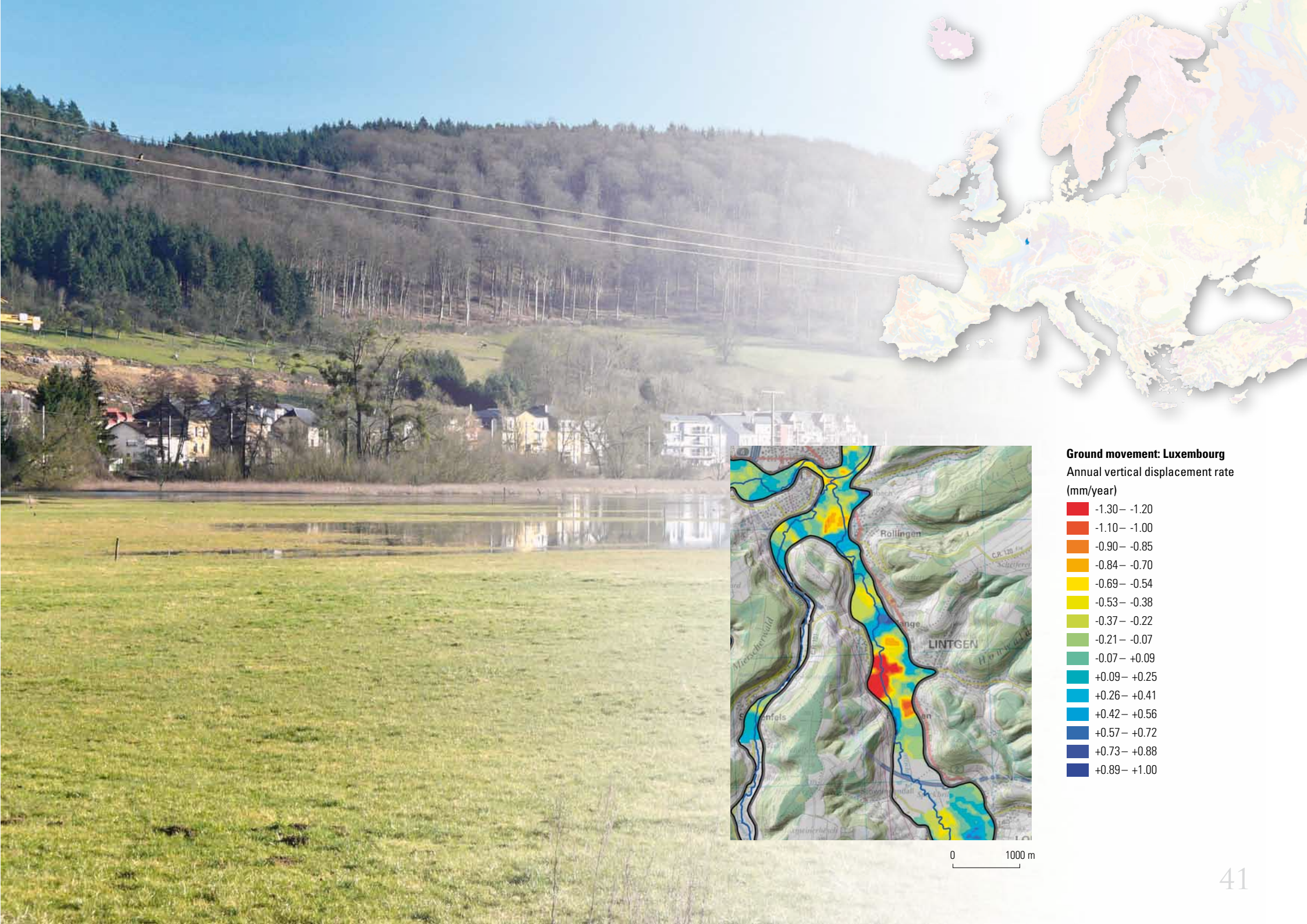
Au Luxembourg et ailleurs en Europe l'interférométrie radar est utilisée pour quantifier le montant et l'ampleur de l'instabilité afin de révéler des zones en mouvement jusque-là inconnues. Les affaissements futurs pourront être prédits et des alertes rapides seront lancées.

ESTABILIDAD DEL TERRENO— INTERFEROMETRÍA

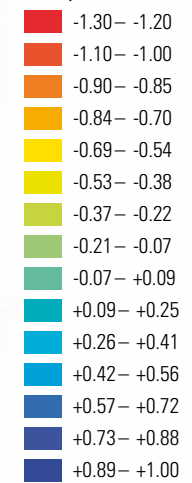
La interferometría es una técnica de observación terrestre, relativamente nueva, que utiliza imágenes satelitales para detectar pequeños movimientos verticales del terreno. El análisis de varias imágenes de radar, tomadas en una zona concreta, en un cierto período de tiempo, permite la toma de medidas muy exactas de movimiento de tierras. Estos pequeños movimientos pueden ayudar a delimitar las áreas afectadas por procesos potencialmente peligrosos.

En ciertas partes de Europa, el terreno que pisamos no es estable—fallas activas que se mueven durante los terremotos o son reactivadas por la extracción mineral, volcanes que se elevan bajo la presión de lava ascendente y colapsan después de la erupción, laderas afectadas por derrumbamientos, acantilados afectados por desprendimientos, y cavidades, naturales o artificiales, que se derrumban. Todos estos acontecimientos pueden poner vidas y propiedades en peligro. Otros fenómenos lentos y menos espectaculares, son la consolidación y la compactación de turba y arcilla que pueden causar costosos hundimientos.

En Luxemburgo y en otras partes de Europa, la técnica de interferometría es usada para medir la cantidad y la extensión de las inestabilidades del terreno. Su empleo está revelando áreas inestables previamente desconocidas. De esta forma se pueden pronosticar posibles hundimientos y emitir alertas a la población afectada con antelación.



Ground movement: Luxembourg
Annual vertical displacement rate
(mm/year)



0 1000 m

MITIGATING HAZARDS

ATTÉNUATION DES RISQUES ★ MITIGACIÓN DE RIESGOS GEOLÓGICOS

RADON

Radon is a naturally occurring radioactive gas formed by the decay of uranium and radium in the ground. Radon may enter or be drawn into buildings through small openings and may present a hazard to the health of the occupants. Exposure to radon is the second largest cause of all lung cancer cases, and the prime cause of lung cancer in non-smokers. The hazard from radon gas varies spatially because of variation in the geological conditions that govern the release and transport of radon, the climate, and building construction and usage styles.

It is important to identify areas of elevated radon hazard so that radon can be measured within the buildings. Remediation work can then be recommended. Hazard mapping is of interest to planners who can promote residential development in low hazard areas and enforce the use of radon mitigation measures.

Norway, like many European nations, produces radon hazard maps. These maps may be based on actual measurements of indoor radon concentrations. But where data are few or absent, bedrock and superficial geology maps that delineate rocks rich in uranium and permeable deposits with good transport potential are utilised. Some nations also measure radon in soil gas, and take airborne measurements detecting radon from the ground surface down to 30–40 cm depth.

RADON

Le radon est un gaz radioactif d'origine naturelle formé par la désintégration de l'uranium et du radium dans le sol. Le radon peut pénétrer ou être aspiré dans les bâtiments par de petites ouvertures et peut présenter un risque pour la santé des occupants. L'exposition au radon est la deuxième cause de tous les cas de cancer du poumon, et la première cause de cancer du poumon chez les non-fumeurs. Le risque de radon varie dans l'espace en raison des variations géologiques qui régissent la libération et le transport du radon, mais aussi le climat, la construction des bâtiments et leur utilisation.

Il est important d'identifier les zones à risque élevé de radon pour ainsi le mesurer à l'intérieur des bâtiments. Des travaux d'assainissement peuvent être recommandés. La cartographie des risques est de l'intérêt des aménageurs car ils peuvent favoriser le développement résidentiel dans des zones à faible risque et s'assurer de la mise en œuvre des mesures d'atténuation des risques.

La Norvège, comme de nombreux pays Européens, produit des cartes signalant le danger du radon. Ces cartes peuvent être fondées sur des mesures réelles, mais lorsque les données sont rares ou absentes, les cartes de géologie superficielle sont utilisées afin de délimiter les roches perméables et riches en uranium. Certains pays mesurent aussi le radon à la surface du sol, et prennent des mesures aéroportées de détection jusqu'à 30–40 cm de profondeur.

RADÓN

El radón es un gas radiactivo presente en la naturaleza que se forma por el decaimiento del uranio y del radio. El radón puede liberarse en edificios por pequeñas aberturas en la roca, presentado así un riesgo importante para la salud de sus habitantes. La exposición al radón es la segunda causa más importante de cáncer pulmonar, y la primera en no fumadores. El riesgo por liberación de gas radón, varía mucho en función de las condiciones geológicas que gobiernan la liberación y el transporte del radón, así como del clima y del tipo de construcción y uso del edificio al que afectan.

Es importante identificar las áreas con riesgo elevado por radón para hacer mediciones en los edificios y poder así recomendar medidas de remediación. La creación de mapas de riesgo es importante para el desarrollo urbanístico, de forma que se pueda promover la construcción residencial en áreas de bajo riesgo y se hagan cumplir las medidas de mitigación del peligro por radón.

Noruega, como muchas naciones europeas, produce mapas de riesgo de radón. Estos mapas pueden estar basados en medidas reales de concentraciones de radón en el interior de edificios, pero, cuando estos datos son escasos, se utilizan mapas geológicos que muestran rocas ricas en uranio y depósitos permeables con alto potencial para el transporte. Algunas naciones también miden el gas radón en los suelos, tomando medidas aerotransportadas que detectan el radón desde la superficie hasta profundidades de 30–40 cm.



Estimate of likelihood of elevated radon concentrations in indoor air in central Oslo: Norway

Calculated probability for elevated indoor radon concentrations (% > 200 Bq/m³)

- 20%–30%
- 30%–40%
- 40%–50%
- 50%–60%
- > 60%



MITIGATING HAZARDS

ATTÉNUATION DES RISQUES ★ MITIGACIÓN DE RIESGOS GEOLÓGICOS

DANGEROUS NATURAL GASES

Methane and carbon dioxide gases are asphyxiants and the former is explosive. Emissions of these gases from natural sources can be hazardous to life. These gases represent both short and long term hazards depending on factors such as the nature of the gas mixture, geological conditions, the proximity and extent of buildings, tunnels and mines and construction operations.

Methane and carbon dioxide emissions are associated with particular types of bedrock and superficial deposits, of which the most important are coal and peat. Other organic-rich rocks and unconsolidated deposits are also potential sources, for example carbonaceous shale, oil shale and bituminous shale, as well as organic-rich mud and silt in buried ponds, lakes or drainage channels. Geologists in the UK classify different groups of rocks and superficial deposits according to their potential for encountering methane and/or carbon dioxide in buildings or underground workings, including boreholes.

Where dangerous gases are likely to be present, caution must be exercised in planning. Developers should be aware of the potential problems that are associated with gas emissions and the risk to public health and safety.

GAZ NATURELS DANGEREUX

Le méthane (gaz explosif) et le dioxyde de carbone sont des gaz asphyxiants. Les émissions naturelles de ces gaz peuvent être dangereuses voire mortelles. Ces gaz représentent à court et à long termes des risques dépendant de facteurs tels que la nature des mélanges de gaz, les conditions géologiques, la proximité et l'étendue des bâtiments, ainsi que des tunnels, des mines et des opérations de construction.

Les émissions de méthane et de dioxyde de carbone sont associées à des types particuliers de roches de socle et de dépôts superficiels, dont les plus importants sont le charbon et la tourbe. D'autres sources potentielles sont: les roches riches en matière organique, les dépôts meubles, les schistes charbonneux, les schistes bitumineux, la boue riche en matières organiques et le limon enterré dans les bassins, les lacs ou les canaux de drainage. Les géologues au Royaume-Uni classent les différents groupes de roches et de dépôts superficiels en fonction de leur potentiel à rencontrer le méthane et/ou le dioxyde de carbone dans les bâtiments ou les travaux souterrains, et dans les forages.

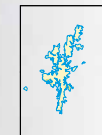
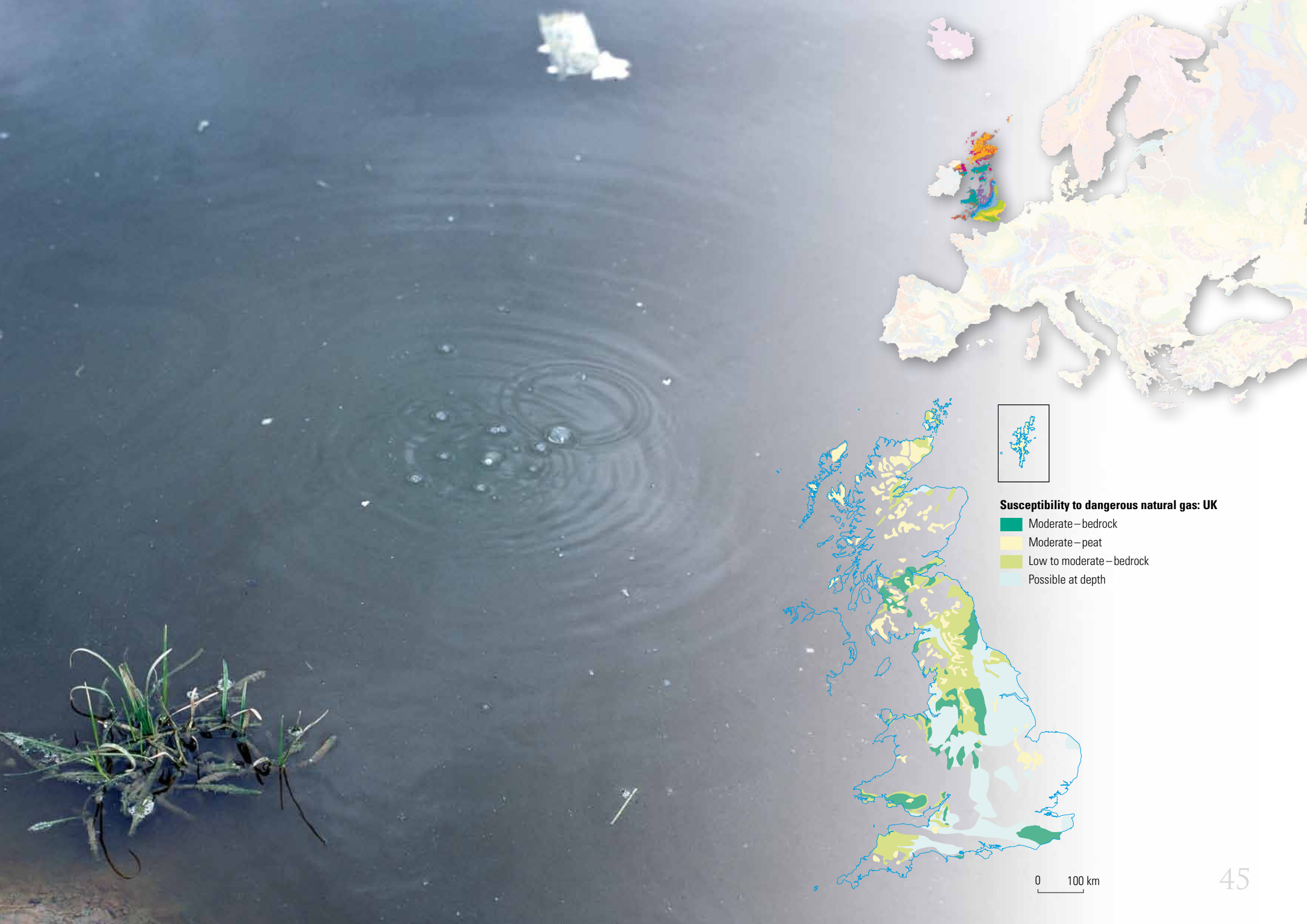
Il faut être prudent dans les zones où des gaz dangereux sont susceptibles d'être présents. Les développeurs doivent être conscients des problèmes potentiels associés à ces émissions de gaz ainsi que du risque pour la santé et la sécurité publique.

GASES NATURALES PELIGROSOS

El dióxido de carbono y el metano son gases asfixiantes siendo el metano además explosivo. Las emisiones de estos gases, por fuentes naturales, pueden ser peligrosas para la vida. Estos gases representan peligros, tanto a corto como a largo plazo, dependiendo de factores tales como la naturaleza de la mezcla de gases, las condiciones geológicas y la proximidad y extensión de los edificios, túneles, minas y zonas de construcción.

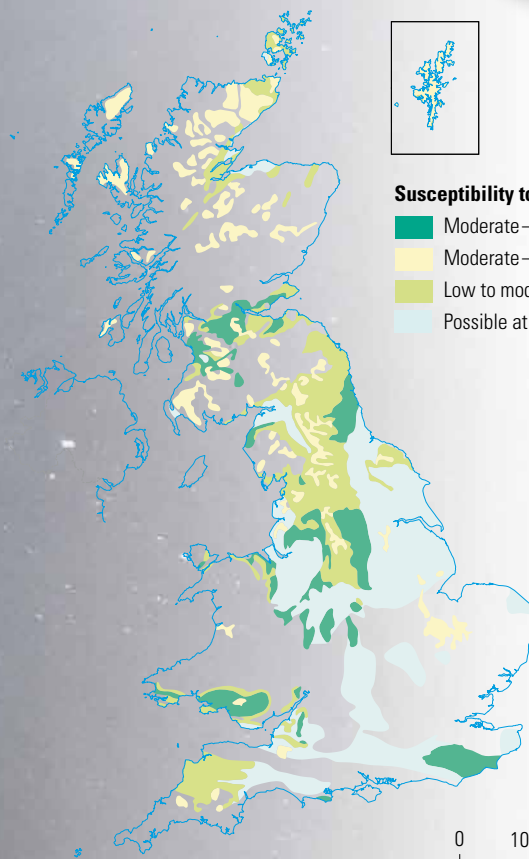
Las emisiones de metano y de dióxido de carbono están asociadas con tipos particulares de rocas y suelos, de los cuales, los más importantes, son la turba y el carbón. También son fuentes potenciales otras rocas orgánicas y depósitos no consolidados, como por ejemplo la pizarra carbonosa y la bituminosa, así como el fango y la arena rica en materia orgánica, enterrados en charcas, lagos o canales de drenaje. Los geólogos del Reino Unido clasifican diferentes grupos de rocas según su potencial para contener metano y/o dióxido de carbono, en edificios o trabajos subterráneos, incluyendo pozos.

Allí donde existe la probabilidad de encontrar gases peligrosos, se debería tomar precauciones en la fase de planificación urbana. Los constructores deberían ser conscientes de los problemas potenciales asociados con las emisiones de gas y el riesgo que representan para la seguridad y la salud pública.



Susceptibility to dangerous natural gas: UK

- Moderate—bedrock
- Moderate—peat
- Low to moderate—bedrock
- Possible at depth



0 100 km

MITIGATING HAZARDS

ATTÉNUATION DES RISQUES ★ MITIGACIÓN DE RIESGOS GEOLÓGICOS

EARTHQUAKES

Many parts of Southern Europe are located close to a tectonic plate boundary of the Earth, and it is the proximity to this plate boundary that is the reason for their significant earthquake risk. Earthquakes are perhaps the most profound and cataclysmic geological hazard. Their terrible impact on people and communities has been recorded throughout our history, but no more graphically than on our televisions today.

The geological surveys of the nations at risk perform detailed field studies and measurements, onshore and offshore to evaluate and identify active earthquake zones. In Italy, Portugal, Greece and elsewhere these assessments result in hazard and risk analysis. A core element of the assessments is detailed understanding of the geology of the region. The data, from outcrop to regional scale, may be integrated with a variety of other geophysical, topographical, sociological and economic information.

Such holistic seismic hazard studies provide essential information for society, helping to protect the population and our homes and infrastructure. The studies are used by civil protection agencies and government and feed into land planning, site selection and the design of critical facilities, including underground waste repositories.

TREMBLEMENTS DE TERRE

De nombreuses régions d'Europe du Sud sont situées à proximité d'une frontière de plaques tectoniques. Cette proximité conduit à d'importants risques de tremblements de terre. Les tremblements de terre sont peut-être les risques géologiques les plus profonds et cataclysmiques. Leurs terribles impacts sur les gens et les communautés ont été enregistrés tout au long de notre histoire, mais jamais de manière aussi visible que sur nos télévisions.

Les services géologiques des pays exposés aux risques réalisent des études et des mesures détaillées sur le terrain, à terre ou en mer pour évaluer et identifier les zones sismiques actives. En Italie, Portugal, Grèce et ailleurs, ces évaluations analysent les risques et les dangers. Un élément essentiel à l'évaluation est la compréhension détaillée de la géologie de la région. Les données locales ou régionales, peuvent être intégrées avec d'autres données géophysiques, topographiques, sociologiques et économiques.

Ces études sismiques holistiques fournissent des informations essentielles pour la société, en aidant à protéger la population, nos maisons et les infrastructures. Les études sont utilisées par les organismes de protection civile et gouvernementaux et servent aussi à l'aménagement du territoire, au choix du site et à la conception d'installations essentielles, et de dépôts de déchets souterrains.

TERREMOTOS

Muchas partes del sur de Europa se encuentran cerca de los bordes de placas tectónicas de la corteza terrestre. Esta proximidad es la razón de la existencia de un alto riesgo a sufrir terremotos. Los terremotos son quizás los riesgos geológicos más importantes y catastróficos. A lo largo de la historia se ha registrado su terrible impacto sobre las comunidades y sus gentes, pero nunca se ha descrito tan gráficamente como hoy en día lo muestra la televisión.

Los institutos geológicos de las naciones en riesgo, realizan estudios detallados de campo y recogen medidas, tanto en tierra como en mar, para evaluar e identificar las zonas de terremoto activas. Estas evaluaciones producen análisis de riesgo y peligrosidad, en países como Italia, Portugal, Grecia y otros. Un elemento principal de estos análisis, es la comprensión detallada de la geología de la región. Los datos, desde el pequeño afloramiento hasta la escala regional, pueden ser integrados con una variedad de informaciones geofísicas, topográficas, sociológicas y económicas.

Tales estudios holísticos de riesgo sísmico proporcionan a la sociedad, información esencial que ayuda a proteger a la población, a nuestras casas y a nuestras infraestructuras. Los estudios son usados por los gobiernos y agencias de protección civil y complementan la planificación territorial y la ubicación y diseño adecuado de instalaciones críticas, incluyendo depósitos subterráneos de residuos.



Locations of earthquakes: Italy

- a Val di Noto, Eastern Sicily (1693, 7.41 Mw, 60 000 dead)
- b Messina and Reggio Calabria (1783, 6.91 Mw, 50 000 dead; 1908, 7.24 Mw, 120 000 dead)
- c Nicastro, Calabria (1638, 7.00 Mw; 1905, 7.06 Mw, 10 000 dead)
- d Avezzano, Abruzzo (1915, 6.99 Mw, 33 000 dead)
- e Sannio and Molise (1456, 6.96 Mw, 30 000 dead)
- f Montemurro, Basilicata (1857, 6.96 Mw, 12 000 dead)
- g Irpinia and Basilicata (1694, 6.87 Mw, 6 000 dead; 1980, 6.89 Mw, 2 914 dead)

MITIGATING HAZARDS

ATTÉNUATION DES RISQUES ★ MITIGACIÓN DE RIESGOS GEOLÓGICOS

VOLCANIC ACTIVITY

Volcanic eruptions occur when molten rock from within the Earth reaches the surface. Eruptions can be very different—‘gentle’ lava flows, or cataclysmic ash and debris explosions.

Volcanic eruptions may last for a few hours or several tens of years. For example the Kilauea volcano in the Islands of Hawaii has been active since 1986. The same volcano can produce multiple eruptions (e.g. Vesuvius), or erupt from different points (e.g. Etna).

Within Europe, Italy and Iceland are countries where there are the largest number of volcanoes, both dormant and active. Volcanoes are most often associated with the direct destruction they cause through lava flows and explosions. However, in 2010 the Icelandic volcano Eyjafjallajökull, which threw extensive ash clouds into our atmosphere, will long be remembered for the massive disruption it caused to European and trans-atlantic air traffic.

Understanding volcanic processes through examination of active, dormant and extinct volcanic regions and their geology is one way we will best be prepared to mitigate the effect of volcanic eruptions in the future.

ACTIVITÉ VOLCANIQUE

Les éruptions volcaniques se produisent lorsque la roche en fusion à l'intérieur de la Terre atteint la surface. Les éruptions peuvent être très différentes avec des coulées ‘douces’ de lave, ou des explosions cataclysmiques avec des cendres et débris.

Les éruptions volcaniques peuvent durer quelques heures ou plusieurs dizaines d'années. Le volcan Kilauea, par exemple, dans les îles Hawaï est actif depuis 1986. Le même volcan peut produire des éruptions multiples (le Vésuve), ou éclater en différents points (l'Etna).

En Europe, l'Italie et l'Islande sont les pays où il y a le plus grand nombre de volcans, à la fois actifs et inactifs. Les volcans sont le plus souvent associés à une destruction directe provoquée par des coulées de lave et des explosions. Toutefois, en 2010, le volcan islandais Eyjafjallajökull, qui jeta les nuages étendus de cendres dans notre atmosphère, causa au niveau européen et transatlantique une perturbation massive de la circulation aérienne.

Comprendre les processus volcaniques par un examen des régions volcaniques actives, dormantes et éteintes et comprendre leur géologie nous préparera à atténuer l'effet des éruptions volcaniques futures.

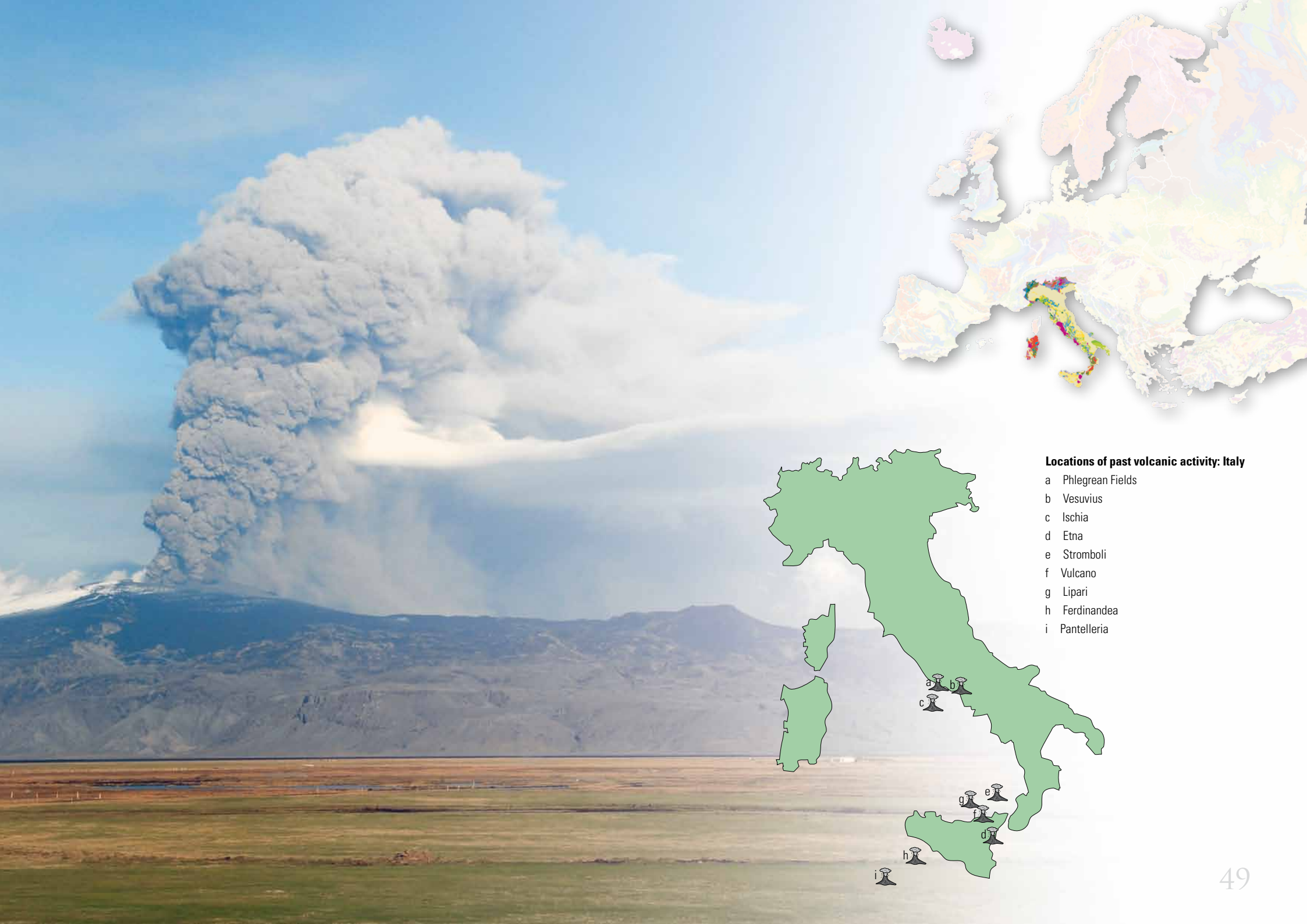
ACTIVIDAD VOLCÁNICA

Las erupciones volcánicas ocurren cuando rocas fundidas del interior de la Tierra alcanzan la superficie. Las erupciones pueden ser muy diferentes—flujos de lava ‘apacibles’, o nubes catastróficas de cenizas con explosiones de roca.

Las erupciones volcánicas pueden durar unas horas o varias decenas de años. Por ejemplo, el volcán Kilauea en las islas Hawái está activo desde 1986. El mismo volcán puede producir múltiples erupciones (p.ej. Vesubio), o entrar en erupción desde puntos diferentes (p.ej. Etna).

Dentro de Europa, Italia e Islandia son los países con el mayor número de volcanes, tanto durmientes como activos. Los volcanes a menudo son asociados con la destrucción directa causada por la lava y las explosiones. Sin embargo, en 2010, el volcán Islandés Eyjafjallajökull, que lanzó extensas nubes de ceniza a la atmósfera, será recordado por mucho tiempo por la interrupción masiva que causó al tráfico aéreo europeo y transatlántico.

El conocimiento y comprensión de los procesos volcánicos, a través del examen de las regiones activas, durmientes y extintas, y de su geología, nos permitirá estar mejor preparados para mitigar el efecto de las erupciones volcánicas del futuro.



Locations of past volcanic activity: Italy

- a Phlegrean Fields
- b Vesuvius
- c Ischia
- d Etna
- e Stromboli
- f Vulcano
- g Lipari
- h Ferdinandea
- i Pantelleria

MITIGATING HAZARDS

ATTÉNUATION DES RISQUES ★ MITIGACIÓN DE RIESGOS GEOLÓGICOS

GROUNDWATER AND RIVER FLOODING

Flooding is perhaps the major and most frequently occurring natural disaster in Europe. But it is not a new phenomenon in the Earth's history and geological information on river alluvium — the clay, silt, sand and gravel left by previous river floods — shows where it has happened in the past.

Groundwater is usually considered an asset. It is the source of most of the water in streams and rivers, the origin of water for springs, and the provider — through wells and boreholes — of clean water for farming, industry and public supply. However, in Slovakia, and other European countries it can also create problems, especially when present in excessive amounts. Where land that is prone to groundwater flooding has been built on, the effect of a flood can be very costly. And because groundwater responds slowly compared with rivers, floods can last for weeks or months.

As our understanding of our recent geological history, and the mechanisms of surface and groundwater flooding improves, our ability to most accurately forecast the impact of floods also increases, allowing us to better protect citizens and their property.

EAUX SOUTERRAINES ET INONDATIONS DE RIVIÈRES

Les inondations sont peut-être les plus grandes et fréquentes catastrophes naturelles en Europe. Mais ce n'est pas un phénomène nouveau dans l'histoire de la Terre. Les informations géologiques sur les alluvions de la rivière — l'argile, le limon, le sable et le gravier laissés par les crues précédentes — montrent où des événements similaires se sont produits dans le passé.

L'eau souterraine est généralement considérée comme un atout. Elle fournit la plupart de l'eau des ruisseaux, rivières, et — à l'aide de puits et de forages devient de l'eau potable pour l'agriculture, l'industrie et la distribution publique. Cependant, l'eau souterraine peut aussi créer des problèmes, surtout lorsqu'elle est présente en quantité excessive. Lorsqu'un terrain est sujet aux inondations d'eaux souterraines le résultat d'une inondation peut être très coûteux. De plus comme les eaux souterraines répondent lentement par rapport aux rivières, les inondations peuvent durer des semaines voire des mois.

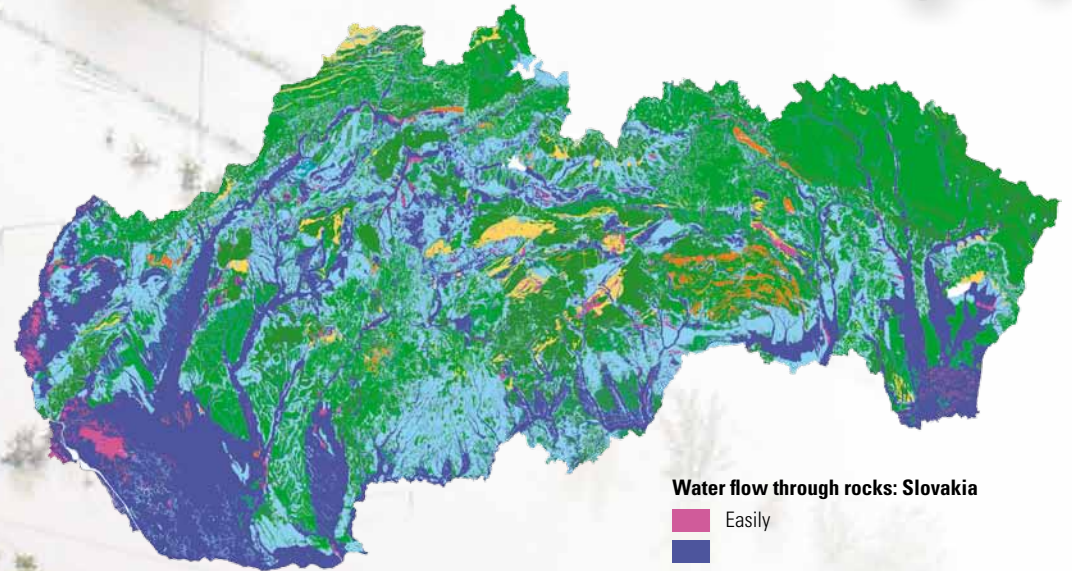
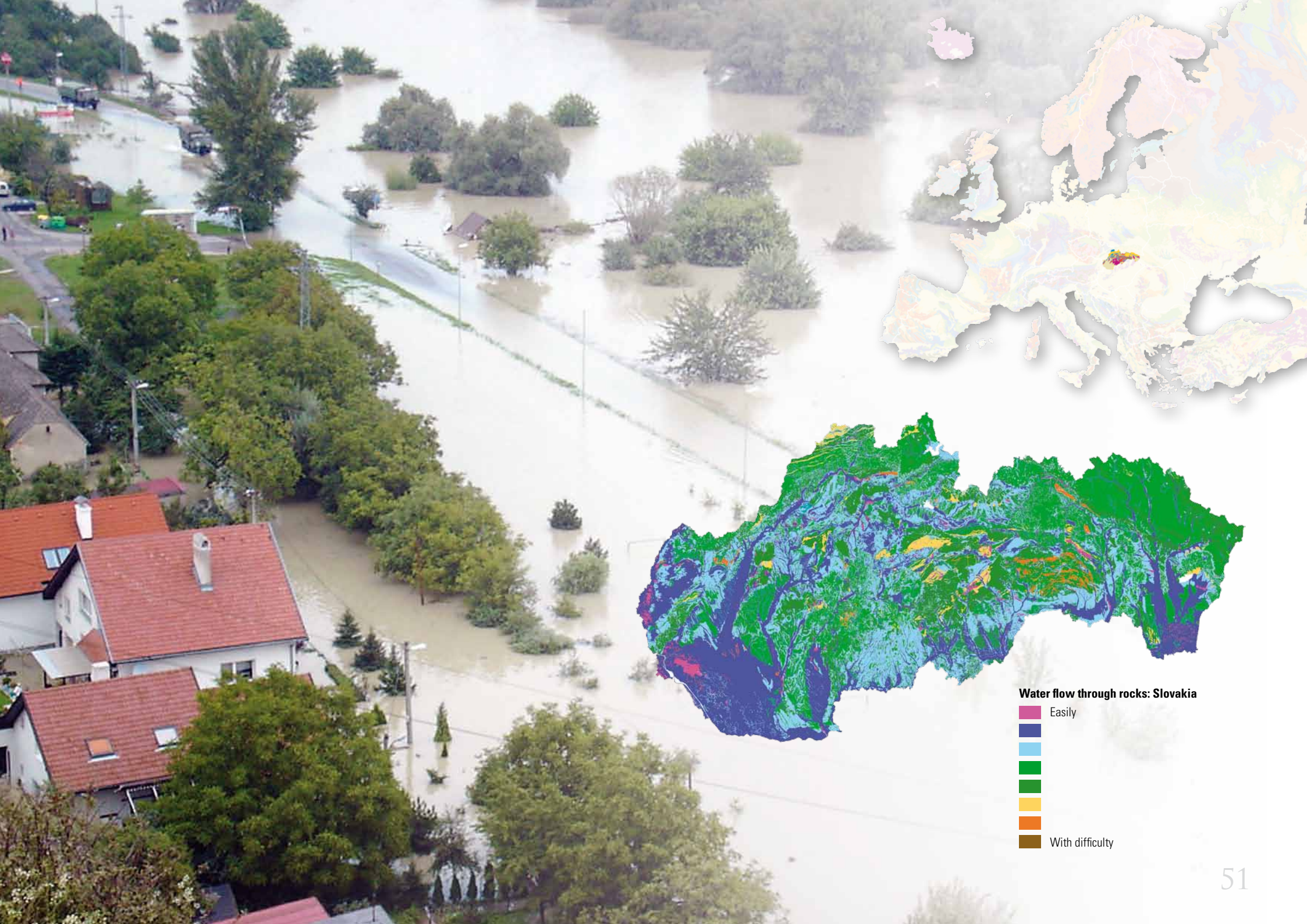
Nous progressons dans la compréhension de notre histoire géologique récente, comme dans celle des mécanismes des eaux de surface, des eaux souterraines et des inondations. Notre capacité à prévoir avec précision l'impact des inondations, nous permet de mieux protéger les citoyens et leurs biens.

INUNDACIONES POR AGUAS SUBTERRÁNEAS Y RÍOS

Las inundaciones son quizás la mayor y más frecuente catástrofe natural en Europa. Pero esto no es un fenómeno novedoso en la historia de la Tierra. La información geológica sobre los depósitos aluviales — arcilla, limo, arena y grava, depositados por inundaciones fluviales previas — permite reconocer donde han ocurrido inundaciones en el pasado.

Las aguas subterráneas son consideradas, por lo general, como algo bueno. Son la mayor fuente de agua de canales y ríos, causantes de los manantiales y proveedoras — a través de pozos y perforaciones — de agua limpia para la agricultura, la industria y el abastecimiento público. Sin embargo, también pueden causar problemas, especialmente cuando se presentan en cantidades excesivas. Cuando se construye en áreas propensas a inundaciones por aguas subterráneas, el efecto de una inundación puede ser muy costoso. Estas inundaciones pueden llegar a durar semanas e incluso meses debido a la lenta respuesta dada por la recesión de las aguas subterráneas comparada con la de los ríos.

La continua mejora en el entendimiento de nuestra historia geológica, y de los mecanismos que producen las inundaciones (tanto de agua superficial como subterránea), hace aumentar nuestra capacidad para pronosticar su impacto. Esto, nos permite proteger mejor a los ciudadanos y a sus casas.



Water flow through rocks: Slovakia

- Easily
- With difficulty

MITIGATING HAZARDS

ATTÉNUATION DES RISQUES ★ MITIGACIÓN DE RIESGOS GEOLÓGICOS

GROUNDWATER POLLUTION

A tanker containing a pollutant overturns close to a source of groundwater. What action needs to be taken and how urgently? These are questions that all EU nations need to prepare for. The Geological Survey of Sweden and the Swedish Civil Contingencies Agency have jointly developed an information pack which makes it easier for the fire and rescue service to deal with situations where there is a risk of groundwater contamination.

Quick decisions are needed about the measures to be taken and to be able to make these we need information about how permeable the ground is and where the groundwater is located. The goal is to help prevent pollutants from reaching groundwater, because if they do decontamination operations then become more extensive and expensive. The information is also used for prevention work, for example, in risk and vulnerability analyses.

The maps are in a GIS-based system and show the permeability of the ground and how great the risk is of hazardous substances being able to quickly reach groundwater.

POLLUTION DES EAUX SOUTERRAINES

Un camion-citerne contenant un polluant se renverse près d'une source d'eau souterraine. Quelles mesures doivent être prises de toute urgence et comment? Ce sont des questions auxquelles chaque pays de l'Union Européenne doit se préparer à répondre. Le service géologique suédois et l'Agence Suédoise de Sécurité Civile ont conjointement élaboré un dossier d'information facilitant le travail pour les pompiers et les services de secours face aux risques de contamination des eaux souterraines.

Des décisions rapides sont nécessaires sur les mesures à prendre. Pour cela, nous devons connaître la perméabilité du sol et la position de la nappe phréatique. L'objectif est d'empêcher les polluants d'atteindre l'eau souterraine sinon l'opération de décontamination deviendra plus compliquée et coûteuse. L'information est également utilisée dans le domaine de la prévention, dans les analyses de risques et de vulnérabilité.

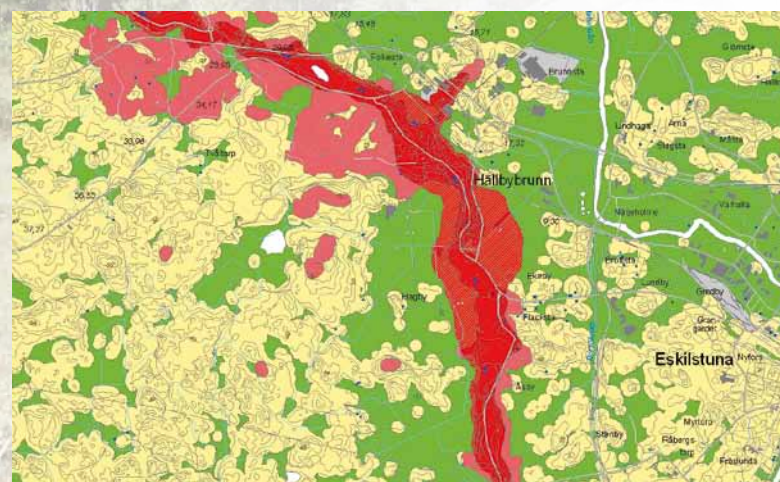
Les cartes disponibles dans un système SIG (Système d'Information Géographique) montrent la perméabilité du sol et la grandeur du risque lorsque des substances dangereuses peuvent atteindre rapidement les eaux souterraines.

CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Un camión-cisterna con carga contaminante vuelca cerca de una fuente de aguas subterráneas. ¿Qué acción se debe tomar y con qué urgencia? Estas son preguntas para las que las naciones de la Unión Europea deben prepararse. El Instituto Geológico de Suecia y la Agencia Civil de Contingencias sueca, han desarrollado conjuntamente un paquete de información que facilita la actuación a los bomberos y servicios de rescate, en situaciones de riesgo de contaminación de aguas subterráneas.

Se necesita tomar una decisión rápida sobre el tipo de medidas científicas que deben recogerse y para esto, necesitamos información sobre la permeabilidad del terreno y la localización de las aguas subterráneas. El objetivo es el de ayudar a impedir que los agentes contaminadores alcancen las aguas subterráneas, pues en caso de llegar, las operaciones de descontaminación serían más caras y extensas. La información también es usada para el trabajo de prevención en análisis de vulnerabilidad y de riesgo.

Los mapas se encuentran almacenados en sistemas basados en tecnología GIS. Estos mapas muestran la permeabilidad del terreno y el riesgo de que sustancias peligrosas alcancen las aguas subterráneas rápidamente.



Groundwater vulnerability: Sweden

- High risk
- High to moderate risk
- Moderate risk
- Low risk

MINING SUBSIDENCE

Underground mining of minerals and rocks has taken place in Europe for almost 5000 years. Many different types of minerals and rocks have been extracted. But the voids that mining leaves behind can be a hazard.

Underground mines can cause ground movement which can frequently have an impact on our buildings and surface infrastructure and our water resources. The subsidence is usually caused by ground settlement following mining. This settlement may be exacerbated by water pumping. Monitoring ground movement in mining areas is an ongoing challenge in urban zones, and is something that will need to continue well after the end of mining.

Subsidence caused by mining can have a direct impact at ground surface, ranging from simple cracking in buildings, to their total collapse. In Belgium, a few years after the end of most coal mining, a study showed that some areas were not subsiding but actually rising at a maximum rate of 14 cm/year. This is related to the end of mine pumping and dewatering and the linked rise of water table. As a consequence, many new buildings face water infiltration in their basement. Belgian law now restricts the construction of houses in these areas and it is the information provided by the geological survey which allows these areas to be delimited.

SUBSIDENCE MINIÈRE

L'exploitation minière souterraine de minéraux et de roches existe en Europe depuis près de 5000 ans. De nombreux types de minéraux et de roches ont été extraits. Mais les vides que l'exploitation minière laisse derrière elle peuvent être dangereux.

Les mines souterraines peuvent causer des mouvements de terrain qui peuvent souvent avoir des impacts sur nos bâtiments, infrastructures et sur nos ressources en eau. La subsidence est généralement causée par un tassement du sol après l'exploitation minière. Cela peut être aggravé par le pompage de l'eau. Le suivi des mouvements du sol dans les zones minières est un défi permanent dans les zones urbaines, qui doit être observé bien après la fin de l'exploitation minière.

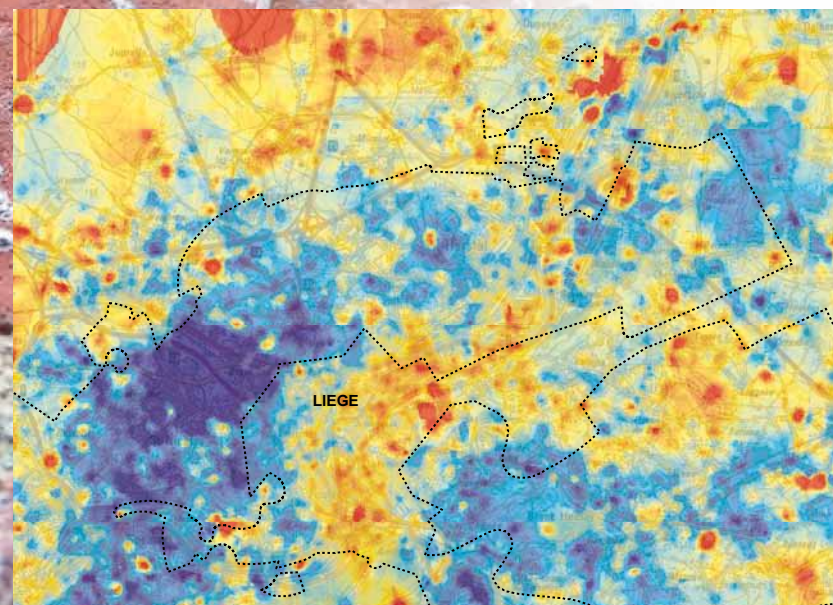
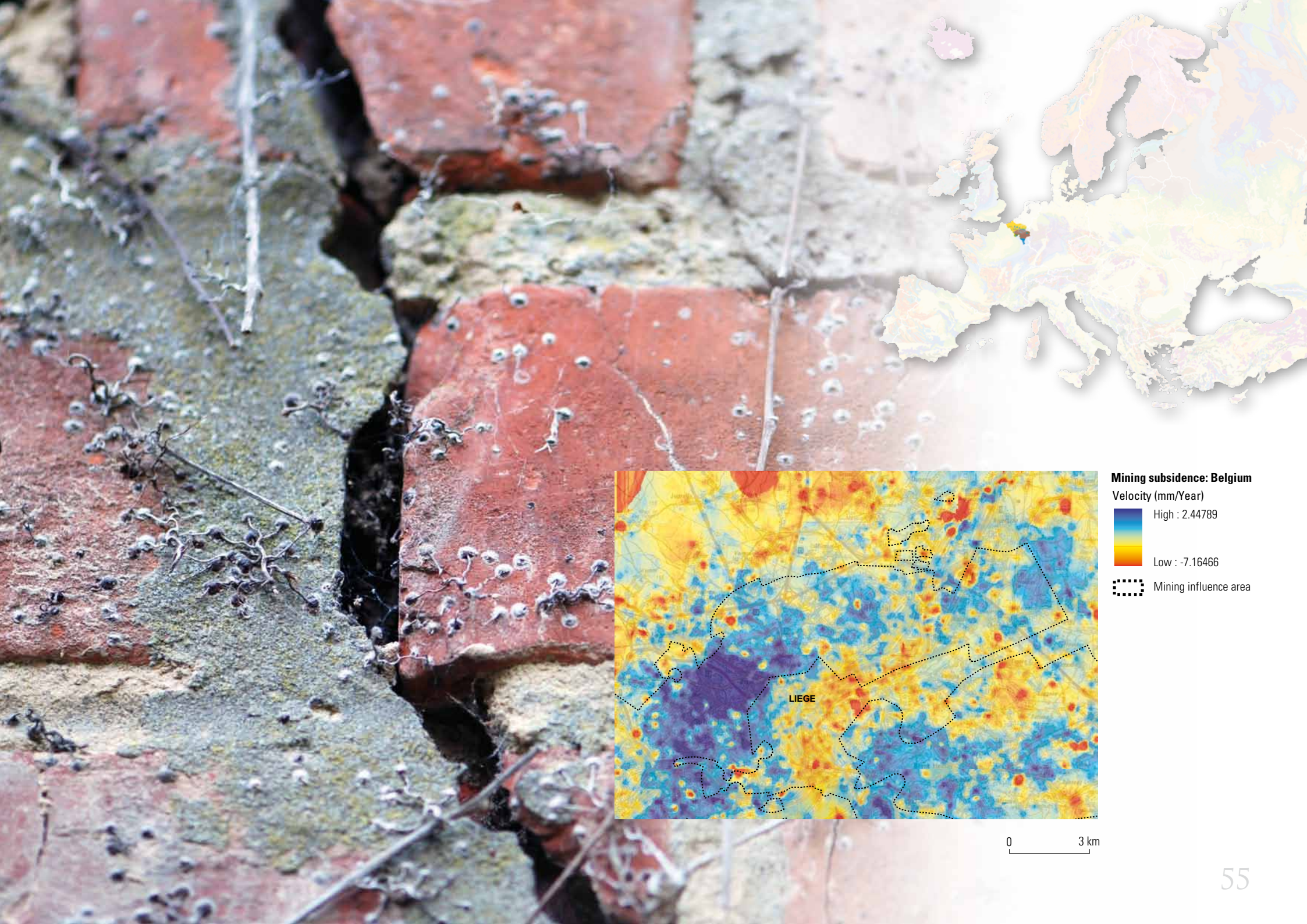
Les subsidences causées par l'exploitation minière peuvent avoir un impact direct à la surface du sol, allant de simples fissures dans les bâtiments, à leur effondrement total. En Belgique, quelques années après la fin de l'exploitation minière du charbon, une étude a montré que certaines régions ne s'affaissaient pas, mais en fait s'élevaient à un taux maximum de 14 cm/an. Cette action est liée à la fin de la mine, du pompage et de son assèchement, ce qui entraîne la hausse de la nappe phréatique. En conséquence, beaucoup de nouveaux bâtiments risquent l'infiltration d'eau dans leur sous-sol. La législation belge limite désormais la construction de maisons dans ces zones. Le service géologique fournit les informations qui permettent de délimiter ces zones.

SUBSIDENCIA DE MINAS

La minería subterránea de minerales y rocas, viene ocurriendo en Europa desde hace casi 5000 años. Muchos tipos diferentes de minerales y rocas han sido extraídos, dejando unos vacíos en el terreno que entrañan riesgos.

La subsidencia en minas subterráneas puede causar movimientos del terreno que impactan con frecuencia en edificios, infraestructura y recursos de agua. Por lo general, el hundimiento es causado por el asentamiento del terreno después de la explotación minera. Este asentamiento puede verse acentuado por la extracción o bombeo de agua. La monitorización de los movimientos del terreno en zonas mineras es un desafío vivo, sobre todo en zonas urbanas. Dicha monitorización debe continuar mucho después del cierre de la mina.

El hundimiento causado por la minería puede tener un impacto directo en la superficie, desde pequeñas grietas en los edificios, hasta su derrumbamiento total. En Bélgica, unos años después del cierre de la mayor parte de las explotaciones hulleras, un estudio mostró que algunas áreas no se hundían, sino que se alzaban a una velocidad máxima de 14 cm anuales. Esto está relacionado con el cese del bombeo de agua y la consecuente subida del nivel freático. A consecuencia de esto, muchos edificios nuevos sufrieron infiltración de agua en los sótanos. La nueva ley belga restringe la construcción de edificios en estas áreas, siendo a menudo la información proporcionada por el Instituto Geológico la que permite delimitar estas áreas.



Mining subsidence: Belgium
Velocity (mm/Year)
High : 2.44789
Low : -7.16466
Mining influence area

0 3 km

MITIGATING HAZARDS

ATTÉNUATION DES RISQUES ★ MITIGACIÓN DE RIESGOS GEOLÓGICOS

GEOCHEMICAL CONTAMINATION AND POLLUTION

In addition to man-made pollution, in several parts of Europe naturally occurring minerals and chemicals from the rocks are concentrated to such an extent that they cause natural contamination and pollution. Sometimes these minerals and chemicals are in situ in their original source rocks, but often they have been concentrated subsequently by the action of glaciers, rivers and seas.

One example of this is in northern Estonia where an organic-rich alum shale is a source of pollution. The shale has been transported by glaciers and subsequently eroded and transported by the action of the Baltic Sea.

Concentrations of some chemical elements in the soil are sufficiently high to cause harm. Geological mapping and specific geochemical sampling and studies have helped understand and delimit these harmful elements so that the risk to society can be reduced and avoided.

CONTAMINATION GÉOCHIMIQUE ET POLLUTION

Dans plusieurs parties d'Europe, en plus de la pollution créée par l'homme, des minéraux naturels et des produits chimiques provenant des roches sont si concentrés qu'ils causent une contamination naturelle et une pollution. Parfois, ces minéraux et produits chimiques sont trouvés dans leur source d'origine, mais souvent ils sont concentrés sous l'influence des déplacements de glaciers, des rivières et des mers.

Dans le nord de l'Estonie, par exemple, un schiste argileux riche en matière organique est source de pollution. Le schiste transporté par des glaciers fut par la suite érodé et transporté par l'action de la mer Baltique.

Les concentrations de certains éléments chimiques dans le sol sont suffisamment élevées pour causer des dommages. La cartographie géologique, l'échantillonnage géochimique et des études spécifiques ont permis de comprendre et de délimiter ces éléments nocifs de sorte que les risques pour la société peuvent être réduits et évités.

CONTAMINACIÓN GEOQUÍMICA

En varias zonas europeas, aparte de la contaminación causada por el hombre, existen en las rocas, minerales y productos químicos, cuya concentración es tal que causan una contaminación natural. A veces estos minerales y productos químicos se encuentran "in situ" en las rocas de las que proceden, pero otras veces se concentran en otros lugares debido a la acción erosiva de ríos, glaciares y mares.

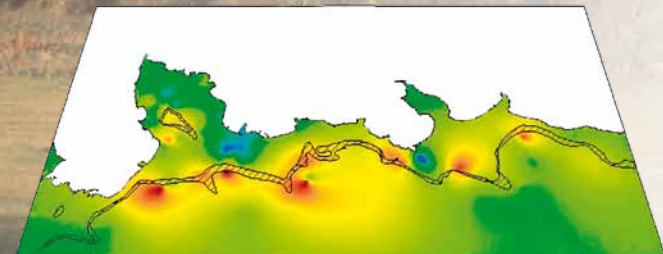
Un ejemplo de esto se da en el norte de Estonia, donde una pizarra de alumbre con alto contenido en materia orgánica es fuente de contaminación. La pizarra ha sido transportada por glaciares y posteriormente erosionada y transportada por la acción del Mar Báltico.

Las concentraciones en el suelo de ciertos elementos químicos son suficientemente altas para causar daños. La elaboración de mapas geológicos, y de estudios y muestreos geoquímicos específicos han ayudado a entender y delimitar la distribución de estos elementos nocivos, de modo que puedan reducirse y evitarse el riesgo a la sociedad.

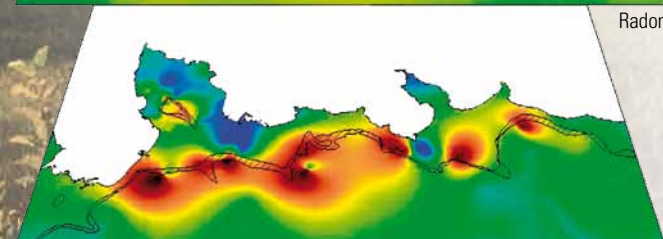


Geochemical contamination and pollution potential: Estonia

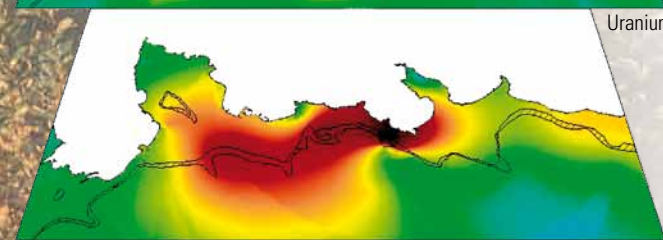
- Very high
- High
- Normal
- Low
- Dictyonema (alum) shale and phosphorite



Radon



Uranium



Fluoride

CO₂ SEQUESTRATION

The capture of CO₂ from point source emitters like power stations and factories and its long term storage in underground geological reservoirs has become a tangible solution for many countries who are attempting to deal with climate change and global warming. Carbon Capture and Storage (CCS) is a proven technology and is now considered to be a realistic cost effective option for bridging the gap between reduction in emissions and the emergence of more sustainable energy provision.

In Ireland and elsewhere, detailed, three-dimensional, geological datasets are fundamental to assess the suitability and long term monitoring of possible storage locations. Comprehensive assessments of potential CCS sites are essential to allow policy makers to make responsible decisions. Information from geological mapping, along with borehole and geophysical surveys, are combined to assess the physical properties of potential reservoirs, as well as the structural capacity of the reservoir to retain the carbon dioxide.

Three or four dimensional models of potential geological reservoirs can be complex. State-of-the-art visualisation and immersive technology is now being used to ensure that decision-makers are presented with information that is as easy to comprehend as possible.

STOCKAGE GÉOLOGIQUE DU CO₂

La capture du CO₂ à partir d'émetteurs comme les centrales électriques et les usines et son stockage à long terme dans des réservoirs géologiques souterrains est devenue une solution concrète pour de nombreux pays. Ces derniers tentent de faire face au changement et réchauffement climatiques. Carbon Capture and Storage (CCS) qui peut être traduit par 'la capture et le stockage du carbone' est une technologie qui a fait ses preuves. Elle est considérée avec intérêt pour son coût réduit et pour combler le fossé entre la réduction des émissions et l'émergence d'énergies durables.

En Irlande et dans d'autres pays, des données géologiques en trois dimensions sont essentielles pour évaluer l'efficacité et surveiller à long terme les lieux possibles de stockage. Des évaluations complètes des sites potentiels pour la capture et le stockage du carbone sont nécessaires pour prendre des décisions responsables. Les informations de cartographie géologique, combinées avec les données des trous de forage et des levés géophysiques, permettent d'évaluer les propriétés physiques des réservoirs potentiels. Ces informations nous indiquent aussi la capacité structurale du réservoir pour retenir le dioxyde de carbone.

Les modèles tri-dimensionnels ou quadri-dimensionnels des réservoirs géologiques peuvent être complexes. Une technologie de pointe de visualisation, utilisant les techniques immersives, est maintenant utilisée pour s'assurer que les responsables de ces projets aient accès à des informations claires et compréhensibles.

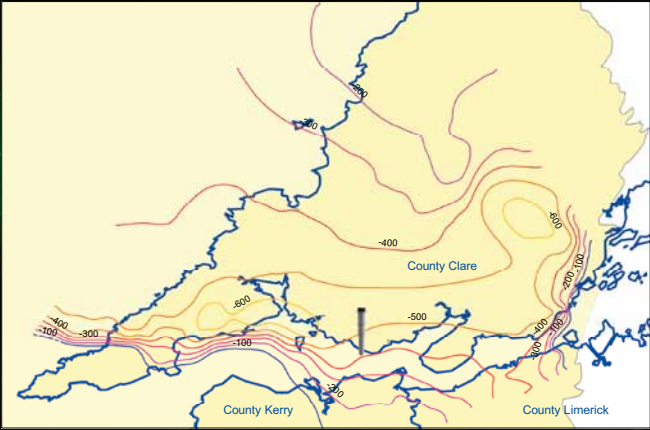
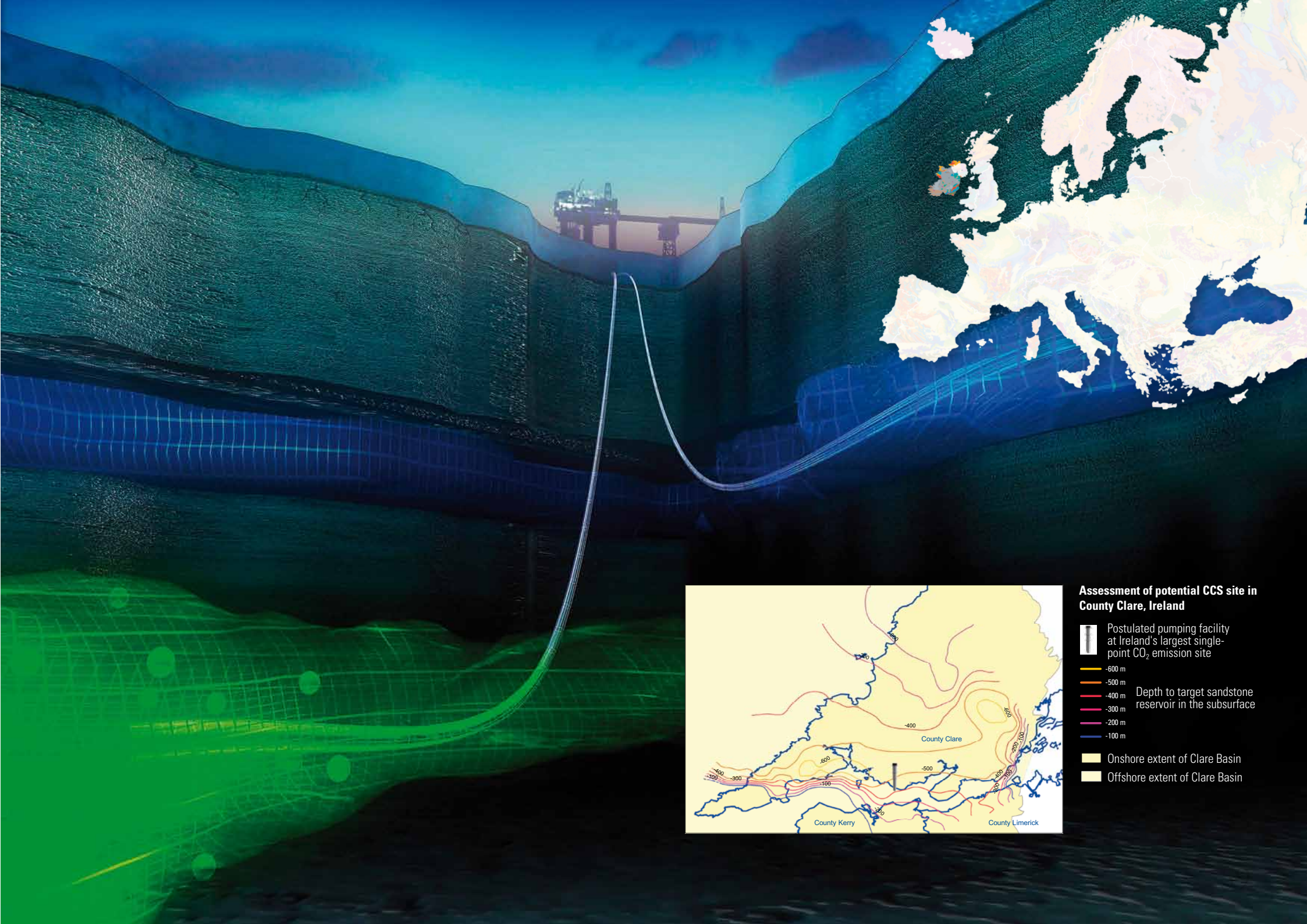
ALMACENAMIENTO DE CO₂

La captura directa de CO₂ desde los emisores principales como son las centrales eléctricas y las plantas industriales, así como su almacenamiento a largo plazo en depósitos geológicos subterráneos, se ha convertido en una solución viable para muchos países que intentan combatir el cambio climático y el calentamiento global del planeta. La captura y almacenamiento de carbono (CAC) es una tecnología de eficacia demostrada. La CAC se considera ya una opción realista y rentable que acortará las distancias entre la implantación de energías más sostenibles y la reducción de emisiones de carbono.

En Irlanda y en más lugares, los modelos geológicos en tres dimensiones se consideran como una herramienta esencial para identificar áreas propicias para el almacenamiento de CO₂ y también para su monitorización a largo plazo.

La evaluación exhaustiva de las zonas aptas para el almacenamiento de CO₂ es esencial para permitir a los gobernantes tomar decisiones responsables. La información que se puede extraer de mapas geológicos, pozos y estudios geofísicos, se combina para evaluar las propiedades físicas de posibles zonas de almacenaje, así como la capacidad estructural que la zona geológica tiene para retener el dióxido de carbono.

Los modelos en tres o cuatro dimensiones de depósitos geológicos potenciales para el almacenamiento pueden ser complejos. Utilizando las últimas técnicas de visualización y modelos virtuales se puede representar la información de una forma fácil de comprender.



Assessment of potential CCS site in County Clare, Ireland

-  Postulated pumping facility at Ireland's largest single-point CO₂ emission site
-  -600 m
-  -500 m
-  -400 m
-  -300 m
-  -200 m
-  -100 m
-  Onshore extent of Clare Basin
-  Offshore extent of Clare Basin

PLANNING FOR THE FUTURE

PLANIFIER POUR L'AVENIR ★ PLANIFICANDO EL FUTURO

LAND USE PLANNING FOR THE EXTRACTIVE INDUSTRY

While the extraction of minerals is always a contentious issue our society is dependent on them and the axiom "if we can't grow it, then we must mine it" is as true today as it has ever been. The distribution of minerals—non-renewable natural resources—is controlled by natural geological processes. Information about the spatial distribution of minerals and its integration with land use planning data are pre-requisites in ensuring responsible planning and development.

Knowledge about minerals and their geological context is required at a range of scales—European, national, regional and local. Equally it is not only the exploration and extractive phase of mineral development that are important, there is a need to consider the full life cycle which will include land restoration and remediation. Here again geological knowledge and its integration with land-use, ecological, hydrogeological, physiographical and atmosphere parameters is essential.

In Portugal and many other Member States, sophisticated digital information systems have been developed to display the distribution of exploitation sites, the potential for exploration and environmental constraints.

L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE POUR LES INDUSTRIES EXTRACTIVES

Même si l'extraction des minéraux est toujours une question controversée, notre société en dépend. L'axiome 'si nous ne pouvons pas le faire pousser, alors nous devons l'extraire', n'a jamais été aussi vrai. La répartition des minéraux—des ressources naturelles non renouvelables—est contrôlée par des procédés géologiques naturels. Les informations sur la distribution spatiale des minéraux ainsi que l'intégration de ces informations dans l'aménagement du territoire sont des conditions indispensables afin d'assurer un développement responsable.

Une certaine connaissance sur les minéraux et leur contexte géologique est nécessaire aux échelles Européenne, nationale, régionale et locale. De même, non seulement la phase d'exploration et d'extraction de l'exploitation des minéraux est importante, mais il est aussi nécessaire d'examiner le cycle de vie complet de la restauration des sols et de leur assainissement. Une fois de plus, la connaissance géologique et son intégration avec l'utilisation des terres et les paramètres écologiques, hydrogéologiques, physiographiques et atmosphériques sont essentiels.

Au Portugal et dans d'autres États membres, des systèmes sophistiqués d'informations numériques ont été développés pour afficher la répartition des sites d'exploitation, le potentiel d'exploration et les contraintes environnementales.

ORDENACION DEL TERRITORIO DIRIGIDA A LA INDUSTRIA EXTRACTIVA

Aunque la extracción de minerales es siempre un tema conflictivo, nuestra sociedad depende de ellos. El axioma "si no podemos cultivarlo, entonces debemos acudir a la minería" es tan verdadero hoy como en el pasado. La distribución de minerales—recursos naturales no renovables—es controlada por procesos geológicos naturales. La información sobre su distribución espacial y su integración con el ordenamiento del territorio son pre-requisitos que aseguran el desarrollo y la ordenación responsable del territorio.

El conocimiento de los minerales y su contexto geológico, son necesarios tanto a escala europea, como nacional, regional y local. No solo son importantes las fases de exploración y de explotación mineral, sino que es necesario considerar todo el ciclo incluyendo la restauración y la remediación. En estos temas, el conocimiento geológico y su integración con parámetros ecológicos, hidrogeológicos, geográficos, atmosféricos y de planificación del territorio, son también esenciales.

En muchos estados miembros, como por ejemplo Portugal, se han desarrollado sistemas digitales de información que muestran la distribución de localidades de explotación, zonas con potencial para la exploración minera y restricciones ambientales.



Mineral exploration potential: Portugal

- High with environmental constraints
- High with high environmental constraints
- Medium with environmental constraints
- Medium with high environmental constraints
- Unfavourable and need for remediation
- Non with other possible land uses and low environmental constraints
- Non with other possible land uses and high environmental constraints

- Road
- Quarry
- Dump
- Stone processing industry

0 500 m

DEEP GEOLOGICAL STORAGE

There has been interest in deep geological storage almost since exploration and mining for coal, salt, oil and gas began. To contemplate such storage it is essential to understand in detail the three dimensional geology of the location and the movement and properties of the rocks and groundwater. In Germany specific interest in salt structures for storage followed the first oil crisis in the 1970s. Stockpiling of crude oil and underground gas storage became politically and economically important.

The distribution and nature of the salt structures occurring in northern Germany and the German North-Sea sector has been compiled into maps and databases. This information is based on geological and geophysical research and analysis by the German national geological research organisation, BGR. The data present an overview of approximately 450 salt structures, distinguishing between the different structures and their shapes, and allowing an assessment of the potential for underground storage.

If wind power plays a prominent role in our future energy mix, then the volatility of its supply will require the development of additional energy storage at a grid scale.

STOCKAGE GÉOLOGIQUE PROFOND

L'intérêt du stockage en couches géologiques profondes existe depuis que l'exploration et l'exploitation du charbon, du sel, du pétrole et du gaz ont commencé. Pour envisager un tel stockage, il est essentiel de comprendre en détail la géologie en trois dimensions: l'emplacement, le mouvement et les propriétés des roches et eaux souterraines. En Allemagne, un intérêt particulier dans les structures de sel pour le stockage a suivi le premier choc pétrolier dans les années 1970. Le stockage du pétrole et du gaz naturel est devenu politiquement et économiquement important.

La distribution et la nature des structures de sel dans le nord de l'Allemagne et le secteur allemand de la mer du Nord ont été cartographiées et des bases de données compilées. Cette information fondée sur des recherches géologiques et géophysiques est analysée par l'organisation allemande de recherche nationale géologique (BGR). Les données donnent un aperçu d'environ 450 structures de sel, et distinguent leur différentes structures et géométries. Ceci permet une évaluation du potentiel de stockage souterrain.

Si l'énergie éolienne joue un rôle de premier plan dans notre future paysage énergétique, la volatilité de son approvisionnement nécessitera le développement de stockages d'énergie supplémentaires.

ALMACENAMIENTO GEOLÓGICO PROFUNDO

Desde los comienzos de la exploración y explotación del carbón, la sal, el petróleo y el gas, ha existido interés en el almacenamiento geológico profundo. Para contemplar tal almacenamiento es esencial entender detalladamente la geología tridimensional de la zona y el movimiento y las propiedades de las rocas y aguas subterráneas. La primera crisis petrolera de los años 1970 fue precedida en Alemania por el interés específico en estructuras de sal para el almacenaje. El almacenamiento subterráneo de petróleo crudo y de gas se convirtieron en elementos políticamente y económicamente importantes.

La distribución y la naturaleza de las estructuras de sal presentes en Alemania del norte y en el sector alemán del Mar del Norte, han sido compiladas en mapas y bases de datos. Esta información está basada en investigaciones geológicas y geofísicas y en análisis hechos por el Instituto de Investigación Geológica alemán, BGR. Los datos presentan una descripción de aproximadamente 450 estructuras de sal, diferenciando las distintas formas y estructuras, permitiendo evaluar el potencial para el almacenamiento subterráneo.

Si predecimos que la energía eólica va a jugar un papel prominente en nuestro futuro energético, entonces, la volatilidad de su suministro, requerirá el desarrollo de un sistema de almacenamiento de energía adicional a escala de la red de distribución.



-  Salt diapir, shape
-  Salt diapir covered by younger sediments than Lower Cretaceous
-  Salt diapir covered by Marine Lower Cretaceous and older formations
-  Salt pillow, Keuper salt formations
-  Salt pillow, Permian salt formations
-  Distribution of structure-forming Rotliegend salt formation
-  Distribution of Permian salt formations

63

GROUNDWATER PROTECTION

Across Europe water resources are threatened by pollution and scarcity due to intensive farming, urban development, water abstraction and changes to our climate. Detailed hydrogeological mapping is an essential tool in protecting water resources, allowing them to be used in a sustainable way. The objective of such mapping is to produce groundwater vulnerability maps and to get a comprehensive picture of the important aquifers and their interconnections.

An integrated set of tools has been developed to exploit the large scale national groundwater mapping carried out in Denmark. Such mapping requires spatially dense hydrogeophysical measurements combined with geological and hydrological information from boreholes. An important step in 2003 was the development of a dedicated groundwater airborne geophysical data acquisition system, the Danish SkyTEM-system. This system has made large scale mapping of aquifers and aquifer vulnerability far more effective and affordable for water planning and administration purposes.

The results from these airborne measurements can be integrated with other data and visualised as 3D-images ranging from ground surface to 200–300 m depth and produce highly detailed pictures of aquifers and aquifer vulnerability.

PROTECTION DES EAUX SOUTERRAINES

Les ressources en eau en Europe sont menacées par la pollution et la pénurie due à l'agriculture intensive, le développement urbain, le captage d'eau et les changements climatiques. La cartographie hydrogéologique détaillée est un outil essentiel dans la protection des ressources en eau permettant d'utiliser ces ressources d'une manière durable. Les objectifs d'une telle cartographie sont de produire des cartes montrant la vulnérabilité des eaux souterraines et d'obtenir un tableau complet des aquifères importants et de leurs interconnexions.

Au Danemark, un outil complet pour l'exploitation du système de cartographie nationale à grande échelle des eaux souterraines a été développé. Cette application nécessite des mesures hydrogéophysiques très nombreuses associées aux informations géologiques et hydrologiques des forages. 2003 fut une étape importante grâce à l'élaboration d'un système d'acquisition de données géophysiques dédié aux eaux souterraines par le danois SkyTEM-system. Ce système a permis à la cartographie à grande échelle des aquifères et de leur vulnérabilité d'être beaucoup plus performante pour la planification et la gestion administrative de l'eau.

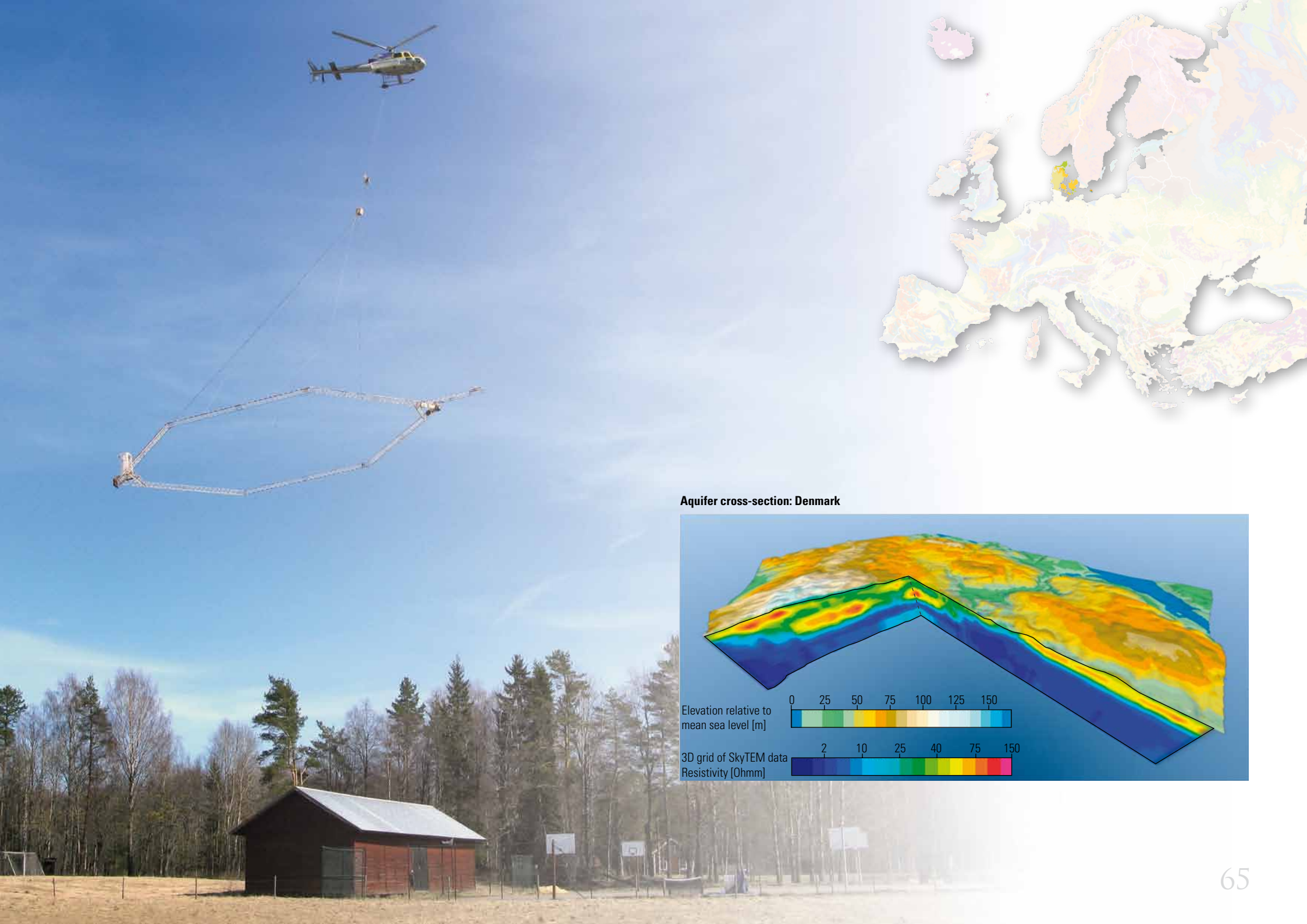
Les résultats de ces mesures aéroportées peuvent être intégrés avec d'autres données et projetés en 3D. Cela va de la surface du sol à 200–300 m de profondeur. Ces images montrant des aquifères et leurs vulnérabilités sont très détaillées.

PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

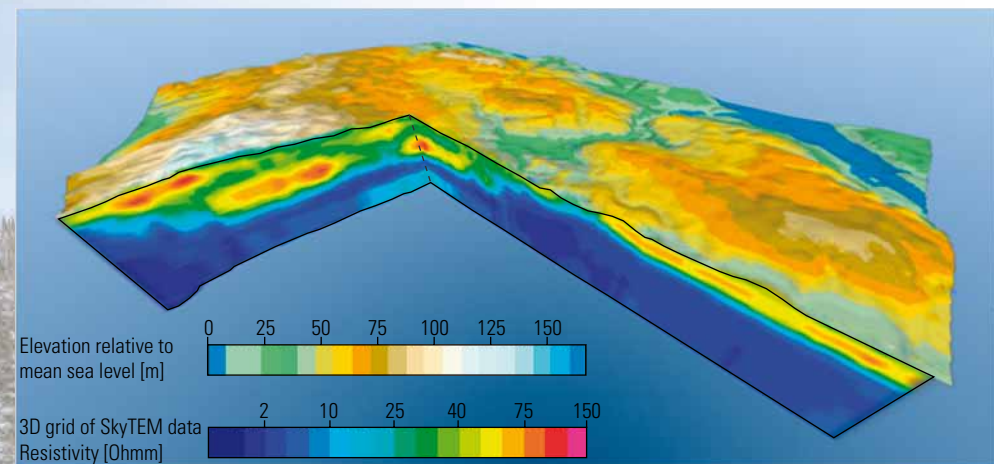
Los recursos de agua en Europa están amenazados por la contaminación y la escasez de agua, debido principalmente a la agricultura intensiva, el desarrollo urbano, la extracción indebida de agua y los cambios climáticos. La creación de mapas hidrogeológicos detallados, es un instrumento esencial para la protección de los recursos de agua, permitiendo así su uso de una forma sostenible. Estos mapas tendrían como objetivo principal la creación de mapas de vulnerabilidad de las aguas subterráneas que nos ayudarían a crear una imagen completa de los acuíferos más importantes y de sus interconexiones.

En Dinamarca, se ha desarrollado un conjunto integrado de herramientas para la mejor utilización y explotación contenida en los mapas de aguas subterráneas nacionales a gran escala. La creación de estos mapas requiere la toma de medidas hidrogeofísicas en redes espacialmente densas, que son combinadas con información geológica e hidrológica extraída de pozos y sondeos. Un importante paso fue el desarrollo en 2003 de un sistema de adquisición de datos geofísicos de aguas subterráneas; el sistema danés SkyTEM. Este sistema ha conseguido que la creación de mapas de acuíferos y de vulnerabilidad de los mismos, sea mucho más efectiva y asequible para la administración y la planificación de las aguas.

Los resultados de estas medidas geofísicas pueden ser integradas con otros datos y ser visualizadas como imágenes 3D a profundidades que varían desde 200–300 m hasta la superficie. Se producen así imágenes sumamente detalladas de los acuíferos y de su vulnerabilidad.



Aquifer cross-section: Denmark



EDUCATION, HERITAGE AND OUTREACH

ÉDUCATION, PATRIMOINE ET SENSIBILISATION ★ EDUCACIÓN Y FOMENTO DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO

SCHOOL AND UNIVERSITY TEACHING RESOURCES

Geological survey organisations in Europe produce rich and diverse educational resources for school children and university students. The support extends from participation in classrooms, career fairs and public exhibitions, to resources for research and study.

In Portugal at basic to high school level, geologists help our children understand the importance of the Earth's resources and how we can reduce the effect of hazards. Talks are given in schools by working scientists and laboratories often become practical training sites. Geological survey scientists across Europe frequently assist university students with data and fieldwork, and contribute to EC programmes, such as the Leonardo da Vinci scheme. Web resources are abundant and include: cut-out volcanoes, earthquake monitoring, posters about climate change and much, much more.

A prime goal of all these initiatives is to ensure the education and training of a new generation of Earth scientists, equipped to sustain and protect the health and wealth of European citizens.

RESSOURCES PÉDAGOGIQUES SCOLAIRES ET UNIVERSITAIRES

Les services géologiques en Europe produisent des ressources éducatives riches et diversifiées pour tout étudiant. Le soutien s'étend à la participation en classe, aux foires des métiers, aux expositions publiques, jusqu'aux ressources de recherches et d'études.

Au Portugal, de l'école primaire au secondaire, les géologues aident nos enfants à comprendre l'importance des ressources de la Terre et comment réduire les risques. Les exposés donnés par des scientifiques et des laboratoires dans les écoles deviennent souvent des formations pratiques sur le terrain. Les scientifiques de services géologiques à travers l'Europe aident souvent les étudiants universitaires avec des données et des travaux sur le terrain et contribuent aux programmes de la Commission Européenne tel que le programme Leonard da Vinci. Les ressources du Web sont nombreuses et comprennent, des modèles en coupes de volcans, une surveillance sismique, des affiches sur les changements climatiques et beaucoup d'autres matériaux pédagogiques.

L'objectif premier de toutes ces initiatives est d'assurer l'éducation et la formation d'une nouvelle génération de scientifiques analysant la Terre. Ces derniers protégeront la santé et la prospérité des citoyens Européens.

RECURSOS PARA USAR EN LA ESCUELA Y EN LA UNIVERSIDAD

Las institutos geológicos europeos producen recursos educativos, ricos y diversos, destinados a alumnos escolares y universitarios. El apoyo a la educación se extiende desde la participación en escuelas, en ferias de orientación universitaria y en exposiciones abiertas al público, hasta como proveedores de recursos para la investigación y el estudio.

En Portugal, desde la escuela primaria hasta el instituto, los geólogos ayudan a nuestros niños a comprender la importancia de los recursos de la Tierra y a entender cómo se puede reducir el efecto de los riesgos geológicos. Los científicos dan charlas en escuelas y los laboratorios se convierten a menudo en aulas de prácticas. Los científicos de los institutos geológicos europeos ayudan con frecuencia a estudiantes de la universidad, con datos y trabajos de campo, y contribuyen a programas de CE, como las becas Leonardo da Vinci. Los recursos de sus páginas de internet son abundantes e incluyen, entre otros, maquetas de volcanes, monitorización de terremotos, posters sobre el cambio climático y mucho, mucho más.

El objetivo principal de todas estas iniciativas es el de asegurar la educación general y la formación de una nueva generación de geocientíficos preparados para mantener y proteger la salud y la riqueza de los ciudadanos europeos.



EDUCATION, HERITAGE AND OUTREACH

ÉDUCATION, PATRIMOINE ET SENSIBILISATION ★ EDUCACIÓN Y FOMENTO DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO

GEOTOURISM/GEOPARKS

Throughout Europe there are sites of outstanding geological and scenic importance which stand comparison to the best sites in the world. At these locations visitors can observe at first hand examples of different geological phenomena, and unique rock, mineral and fossil occurrences. To increase public awareness of these localities, new geological nature trails are being established, exhibitions organised, and online information provided. Many of these geologically important localities have now been developed into GeoParks.

In 1992, the Czech Geological Survey began to assemble data about important geological localities in the Czech Republic and now provide this data on the internet free-of-charge as interactive maps and graphics, and text descriptions. The information is essential for the protection of our geological heritage, but most of all to increase public understanding of the science of geology. A key part of the database is an image library and the database is also continuously updated by detailed field mapping.

GÉOTOURISME/GÉOPARCS

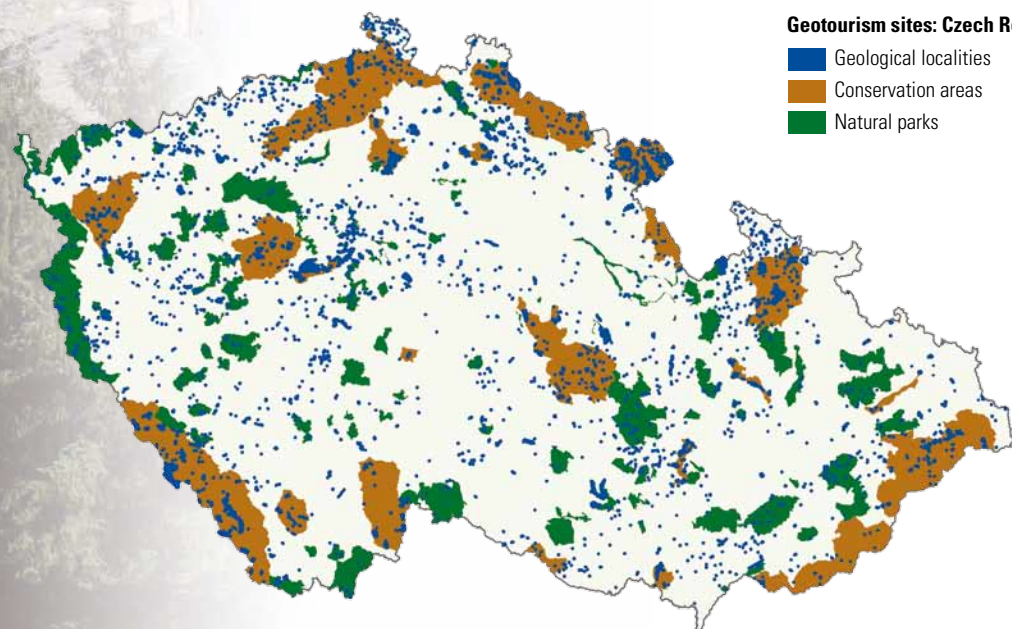
Partout en Europe il y a des sites d'importance géologique aussi remarquables que d'autres sites dans le monde. Là, les visiteurs peuvent observer des exemples de différents phénomènes géologiques, avec des roches, des minéraux et des fossiles uniques. Pour sensibiliser davantage le public aux sites, de nouveaux sentiers naturels géologiques sont en cours de création, avec le support d'expositions, et d'informations fournies en ligne. Ces nombreux sites géologiques sont devenus des Géoparcs.

En 1992, le service géologique tchèque a commencé à rassembler des données sur d'importants sites géologiques tchèques. Il fournit désormais ces données sur Internet gratuitement sous forme de cartes interactives, graphiques et textes. L'information est essentielle pour la protection de notre patrimoine géologique. L'objectif est surtout d'accroître la compréhension publique de la science géologique. Cela est possible avec une bibliothèque d'images et une base de données renouvelée continuellement et par une cartographie détaillée des terrains.

GEOTOURISMO/GEOPARQUES

En Europa existen lugares de alta importancia geológica y paisajística, comparables con las mejores a escala mundial. En estas localidades los visitantes pueden observar de primera mano ejemplos de diferentes fenómenos geológicos, rocas únicas, minerales y fósiles. Para aumentar la conciencia pública de estas localidades, se están estableciendo nuevas rutas geológicas, se organizan exposiciones, y se crean páginas web. Muchas de estas localidades geológicamente importantes han sido transformadas en GeoParques.

En 1992, el Instituto Geológico checo comenzó a preparar datos sobre localidades geológicamente importantes en la República Checa y ahora proporciona gratuitamente estos datos en internet en forma de gráficos y mapas interactivos, y sus correspondientes descripciones. La información es esencial para la protección de nuestro patrimonio geológico, pero sobre todo para aumentar la comprensión y la cultura geológica del público en general. Esta base de datos, que se mantiene al día con un programa continuo de cartografía geológica, tiene como parte clave, un álbum de imágenes.



Geotourism sites: Czech Republic

- Geological localities
- Conservation areas
- Natural parks

0 50 100 km

EDUCATION, HERITAGE AND OUTREACH

ÉDUCATION, PATRIMOINE ET SENSIBILISATION ★ EDUCACIÓN Y FOMENTO DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO

GEOARCHAEOLOGY

Geoarchaeology is a new discipline. It uses the latest concepts, knowledge and technologies of Earth science to analyse and interpret archaeological information. The interface between archaeology and geology is primarily the study of the shape and processes operating at the Earth's surface — geomorphology.

Geoarchaeological investigations are often focused on sites with pre-existing archaeological evidence that seek to characterise the relationship between the natural environment and human development. A further element of research is the space-time connections between archaeological sites.

In Italy information for geoarchaeological analysis is often derived from the examination of aerial photographs, geological and historic maps, and spatial analysis, coupled with specialist analysis of soil, stone and ceramic materials. Geophysical methods also contribute in assessing the presence, the size and the spatial distribution of buried archaeological structures.

GÉOARCHÉOLOGIE

La géoarchéologie est une nouvelle discipline qui utilise les derniers concepts, connaissances et technologies des sciences de la Terre pour analyser et interpréter des données archéologiques. L'interface entre l'archéologie et la géologie, la géomorphologie, est avant tout l'étude des formes et des processus fonctionnant à la surface de la Terre.

Les recherches géoarchéologiques sont souvent axées sur des sites ayant des preuves archéologiques pré-existantes. Ces recherches visent à caractériser la relation entre l'environnement naturel et le développement humain. Un autre élément de la recherche est l'espace-temps connectant les sites archéologiques.

En Italie, les informations pour l'analyse géoarchéologique proviennent souvent de l'examen des photographies aériennes, des cartes géologiques et historiques, et de l'analyse spatiale, ainsi que d'une analyse spécialisée du sol, de la pierre et des matériaux céramiques. Les méthodes géophysiques contribuent également à évaluer la présence, la taille et la distribution spatiale des structures archéologiques enfouies.

GEO-ARQUEOLOGÍA

La Geo-arqueología es una disciplina geológica nueva. Utiliza los últimos conceptos, conocimientos y tecnologías de las ciencias de la Tierra para analizar e interpretar la información arqueológica. La interfase entre la arqueología y la geología es principalmente el estudio de la forma y procesos que ocurren en la superficie de la Tierra — la geomorfología.

Las investigaciones geo-arqueológicas a menudo se concentran en localidades con conocimiento arqueológico previo, y buscan caracterizar la relación entre el entorno natural y lo creado por el hombre. Otro elemento de investigación son las conexiones espacio-temporales entre localidades arqueológicas.

En Italia, la información de análisis geo- arqueológico se obtiene a menudo de fotografías aéreas, mapas geológicos, mapas históricos, y del análisis espacial integrado con el análisis de suelos, de herramientas pétreas y de materiales cerámicos. Los métodos geofísicos también contribuyen a la evaluación de la presencia, el tamaño y la distribución espacial de estructuras arqueológicas enterradas.



Sites of geoarchaeological interest: Italy

a, b, c The 'Terramare padane', ancient villages founded on pilework, Bronze Age.

d The Traiano harbor, on the delta of the Tiber River, 1st century BC.

e Guattari Cave, Circeo Mount, discovery of a Neanderthalian skull.

f The city of Cuma, 700 BC.

g The cities of Pompei, Ercolano, Stabia, buried under the Vesuvio eruption, 79 AD.

EDUCATION, HERITAGE AND OUTREACH

ÉDUCATION, PATRIMOINE ET SENSIBILISATION ★ EDUCACIÓN Y FOMENTO DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO

GEOLOGY AND WINE

The composition and texture of the soil and the parent rock it originates from are important components of the characteristics of a vineyard and the wines it produces. The study of 'terroir' originated in France and has spread to wine-growing regions worldwide. It is a study which has become more and more scientifically rigorous. As the changes in our climate begin to have an impact, wine producers are actively looking at new areas for their vineyards; in these searches terroir is the key!

Geology not only has a role in the parent material, it can also provide information on drainage, the danger of erosion, in evaluating the nutrients, and in matching the rootstock/vine plant to the soil. However, the variation in wine taste and quality seems to some to be based more on long held practical experience of the winemakers than on hard scientific evidence. Some would contend there are too many variables and components to what is a 'terroir' for it ever to be an exact science. Nevertheless, in Austria and many other wine growing regions of Europe, wines do reflect their locality, and geology, soil and site are important factors in research and certainly in the marketing of wine.

GÉOLOGIE ET VIN

La composition et la texture du sol de même que de la roche-mère sont d'importantes caractéristiques pour un vignoble et la production de ses vins. L'étude de 'terroir' est née en France et a atteint les régions viticoles du monde entier. C'est une étude devenue de plus en plus scientifiquement rigoureuse. Comme les changements dans notre climat commencent à avoir un impact, les producteurs de vin recherchent activement de nouveaux domaines pour leurs vignobles. Dans ces recherches, le terroir est la clé!

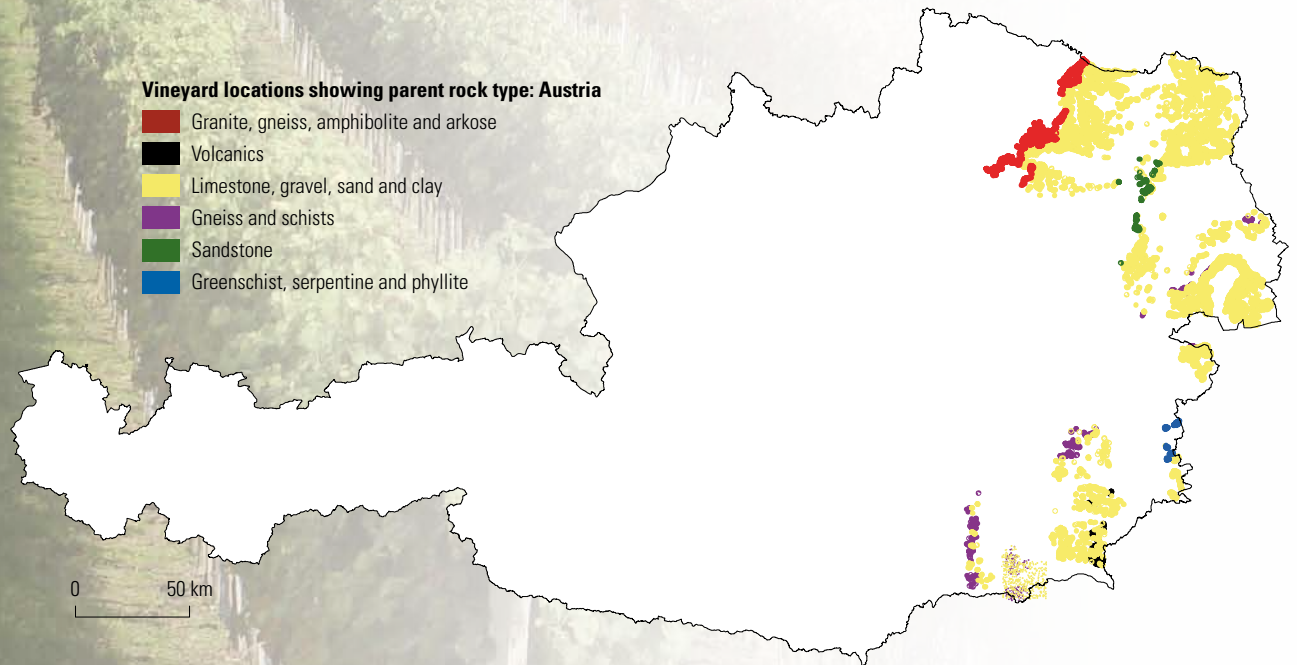
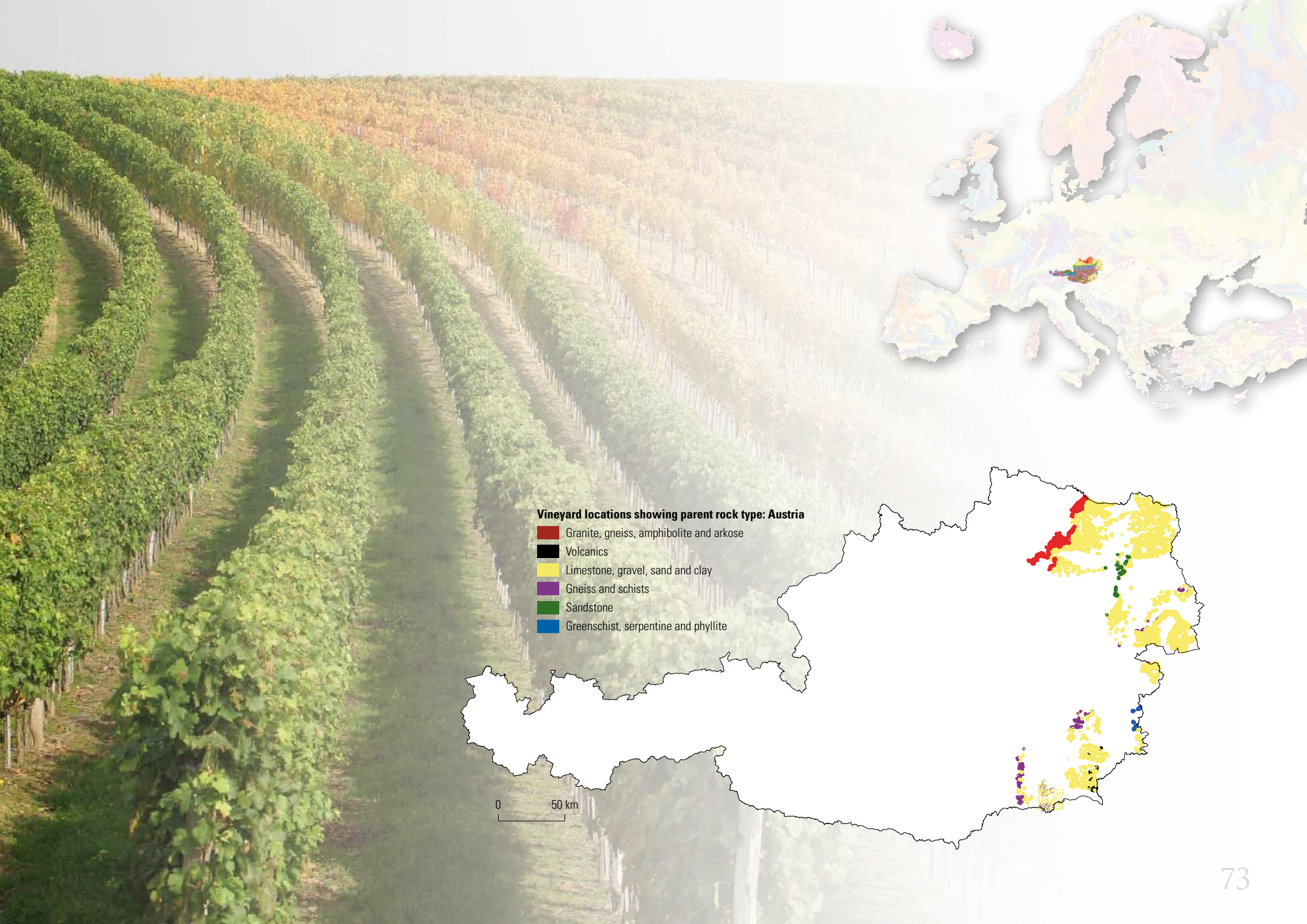
La géologie a non seulement un rôle dans la connaissance des matériaux d'origine des sols, elle peut également fournir des informations sur le drainage, le danger d'érosion, en évaluant des éléments nutritifs. La géologie est aussi essentielle pour l'utilisation des portes-greffes et des plants de vigne afin qu'ils s'établissent au mieux au sol.

Cependant, la variation de la saveur du vin et de la qualité semble pour certains être davantage fondées sur l'expérience pratique de longue date des vignerons que sur des preuves scientifiques. Certains affirment qu'il y a trop de variables pour définir un 'terroir' et par conséquent ne peut être une science exacte. Néanmoins, en Autriche et dans de nombreuses autres régions viticoles européennes, les vins reflètent leur localisation; la géologie et les sols sont des facteurs importants dans la recherche et la commercialisation du vin.

LA GEOLOGÍA Y EL VINO

La composición y textura del suelo y de su roca madre juegan un papel importante en la composición y características de un viñedo y, por lo tanto, de los vinos que produce. El estudio de los 'terroir' se originó en Francia y se ha extendido a regiones vinícolas de todo el mundo. Son estudios que poco a poco han ido adquiriendo un enfoque científico más riguroso. Con el comienzo del impacto del cambio climático, los productores de vino buscan ávidamente nuevas áreas para sus viñedos; en esta búsqueda, el 'terroir' es la clave!

La geología no sólo tiene un papel como estudio de la roca madre, sino que también puede proporcionar información sobre el drenaje, el peligro de erosión, la disponibilidad de sustancias nutritivas, y en la combinación correcta del tipo de raíz/vid con el suelo. Sin embargo, la variación en el sabor del vino y su calidad, a algunos les parece estar más basada en la larga experiencia de los cosecheros que en estas pruebas científicas. Unos afirman que hay demasiadas variables y componentes en lo que es un 'terroir' para que sea considerado como una ciencia exacta. Sin embargo, en Austria y en muchas otras regiones vinícolas de Europa, los vinos realmente reflejan su lugar de procedencia, y la geología, el suelo y su situación, son factores importantes en la investigación y ciertamente en el marketing del vino.



EDUCATION, HERITAGE AND OUTREACH

ÉDUCATION, PATRIMOINE ET SENSIBILISATION ★ EDUCACIÓN Y FOMENTO DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO

MINE HERITAGE

Active mines are now a rarity in Europe. In contrast mine museums are increasing in popularity. In many EU countries a number of former mines are now accessible to the public and their exhibits celebrate the mining tradition of Europe. Since the Stone Age mines have acted as foci for economic and cultural development. These new mine heritage sites provide the opportunity for society today to appreciate the work and lives of miners and also to understand more about the mineral resources they mined.

In Austria there were a large number of mostly small mines working a variety of metals. They closed because their resources were exhausted, or often because they could not compete in a global market. One of these mines was the silver and copper mine of Schwaz. Like others, this mine allows us to understand much about past mining techniques. Visiting mine heritage sites can be an adventure and be educational at the same time. But mine heritage sites can also preserve remaining occurrences of minerals for future scientific research. Commonly it is the national geological survey that provides the underpinning knowledge and preserves unique inventories and databases of our mining heritage.

PATRIMOINE MINIER

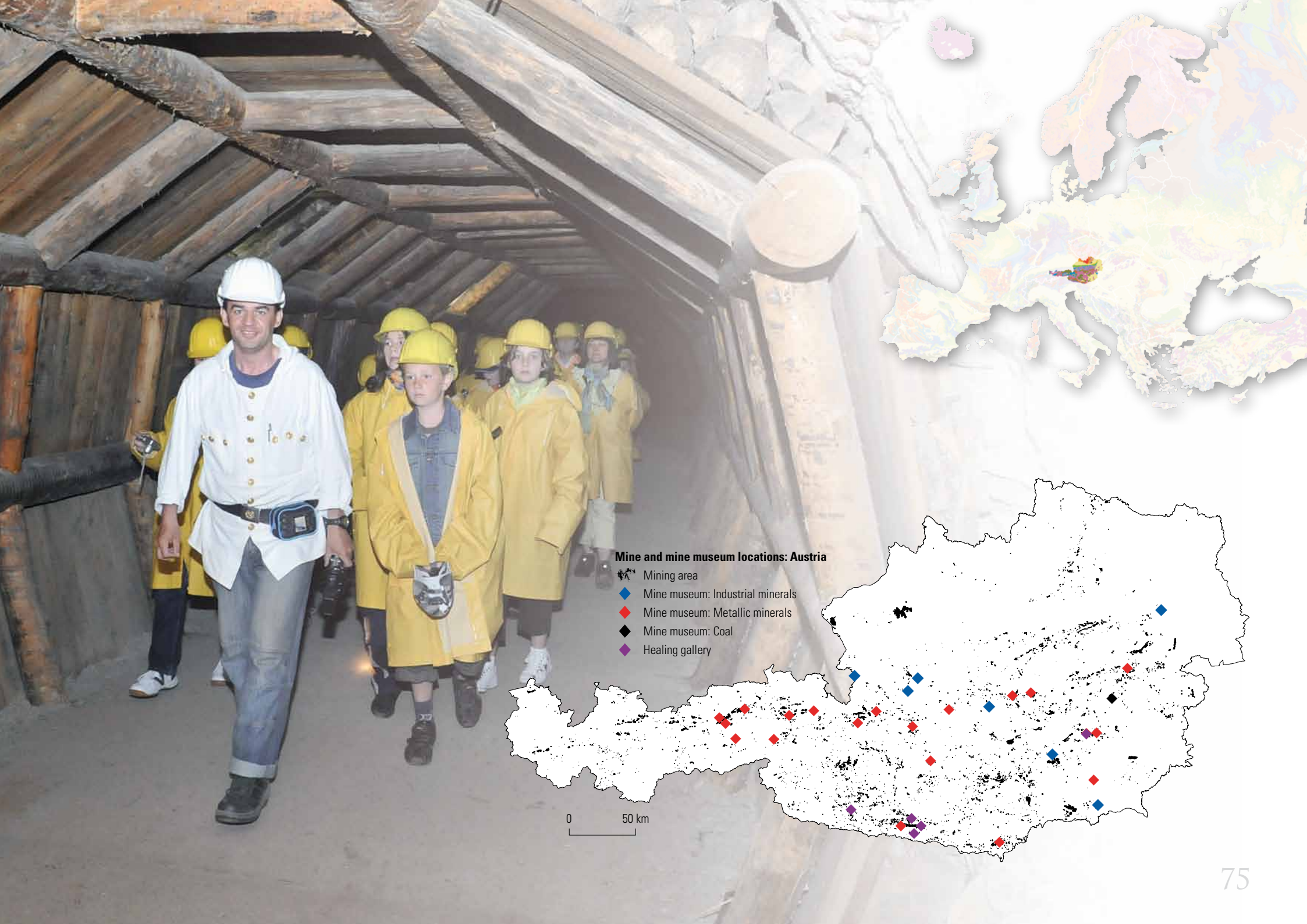
Les mines actives sont maintenant une rareté en Europe. En revanche les musées des mines gagnent en popularité. Dans de nombreux pays européens d'anciennes mines sont désormais accessibles au public et leurs expositions célèbrent la tradition minière de l'Europe. Depuis l'âge de pierre, les mines ont agi comme des centres de développements économiques et culturels. Ces nouveaux sites du patrimoine minier donnent l'occasion à la société contemporaine d'apprécier le travail et la vie des mineurs et de mieux comprendre les ressources minérales qui en ont été extraites.

En Autriche, il y avait un grand nombre de petites mines d'où ont été extraits une variété de métaux. Ces mines ont fermé parce que leurs ressources se sont épuisées, ou plus souvent parce qu'elles ne pouvaient pas rivaliser sur un marché mondial. L'une de ces mines est la mine de cuivre et d'argent de Schwaz. Comme d'autres, cette mine nous permet de comprendre beaucoup de techniques d'exploitation minière du passé. Visiter les sites du patrimoine minier peut être une expérience ludique. Mais les sites du patrimoine des mines peuvent aussi préserver des éléments minéraux pour de futures recherches scientifiques. Généralement, le service géologique national fournit les connaissances de base et préserve les archives et les bases de données uniques de notre patrimoine minier.

EL PATRIMONIO MINERO

Hoy en día es una rareza encontrar minas activas en Europa. Sin embargo, los museos mineros empiezan a proliferar. En muchos países de la Unión Europea algunas minas antiguas se hacen accesibles al público y sus exposiciones muestran la tradición de la minería en Europa. Desde la Edad de Piedra las minas han actuado como focos para el desarrollo económico y cultural. Este patrimonio minero proporciona una oportunidad a la sociedad actual para apreciar el trabajo y la vida de los mineros, y ayudan también a aprender más sobre los recursos minerales extraídos.

En Austria había un gran número de pequeñas minas que trabajaban una variedad de metales. Estas minas se cerraron por agotamiento de los recursos, o por su incapacidad para competir en el mercado global. Una de estas minas era la mina Schwaz, de plata y cobre. Como otras, esta mina nos permite conocer las técnicas tradicionalmente usadas en la minería. La visita a sitios con patrimonio minero puede ser una gran aventura, al tiempo que una visita educativa. Además, los museos mineros y localidades con minería inactiva pueden también conservar restos de yacimientos minerales útiles para la futura investigación científica. Normalmente es el instituto geológico nacional el que proporciona el conocimiento básico, y conserva inventarios y bases de datos únicos del patrimonio minero de cada país.



Mine and mine museum locations: Austria

- Mining area
- ◆ Mine museum: Industrial minerals
- ◆ Mine museum: Metallic minerals
- ◆ Mine museum: Coal
- ◆ Healing gallery

0 50 km

8 WHERE TO FIND MORE INFORMATION

OÙ TROUVER PLUS D'INFORMATIONS ★ DÓNDE ENCONTRAR MÁS INFORMACIÓN

The OneGeology-Europe portal web address is <http://onegeology-europe.brgm.fr/geoportal>. This is the place to start to begin a search for geological information across Europe. In addition to geological map data it is easy to link through to each geological survey to obtain more detailed and comprehensive geoscience data.

The geological surveys of Europe wish to encourage the fullest possible use of the data and information they hold. With the exception of some confidential commercial and security data, all geological survey data are available for public, government and commercial use.

Often the data and information described in this book will be available as standard data files for unit areas. Increasingly this data will become available on the internet. Geological surveys will also be prepared to provide data on request, with specific attributes for a particular area.

A resource which provides useful background and information on the geological surveys of Europe is the website of EuroGeoSurveys <http://www.eurogeosurveys.org/>.

L'adresse du portail de OneGeology-Europe est: <http://onegeology-europe.brgm.fr/geoportal>. C'est là que l'on peut commencer une recherche d'informations géologiques à travers l'Europe. En plus des données des cartes géologiques, il est facile de se connecter à chaque service géologique afin d'obtenir des données géoscientifiques plus détaillées et complètes.

Les services géologiques de l'Europe encouragent le plus grand usage possible des données et des informations qu'elles détiennent. À l'exception de certaines données confidentielles commerciales et sécuritaires, toutes les données géologiques sont disponibles pour le public, le gouvernement et pour un usage commercial.

Dans la plupart des cas, les données et les renseignements décrits dans ce livre sont disponibles en format standard de données pour les zones décrites. Progressivement, ces données deviendront disponibles sur l'Internet. Les services géologiques sont également prêts à fournir des données sur demande, avec des attributs spécifiques à chaque secteur.

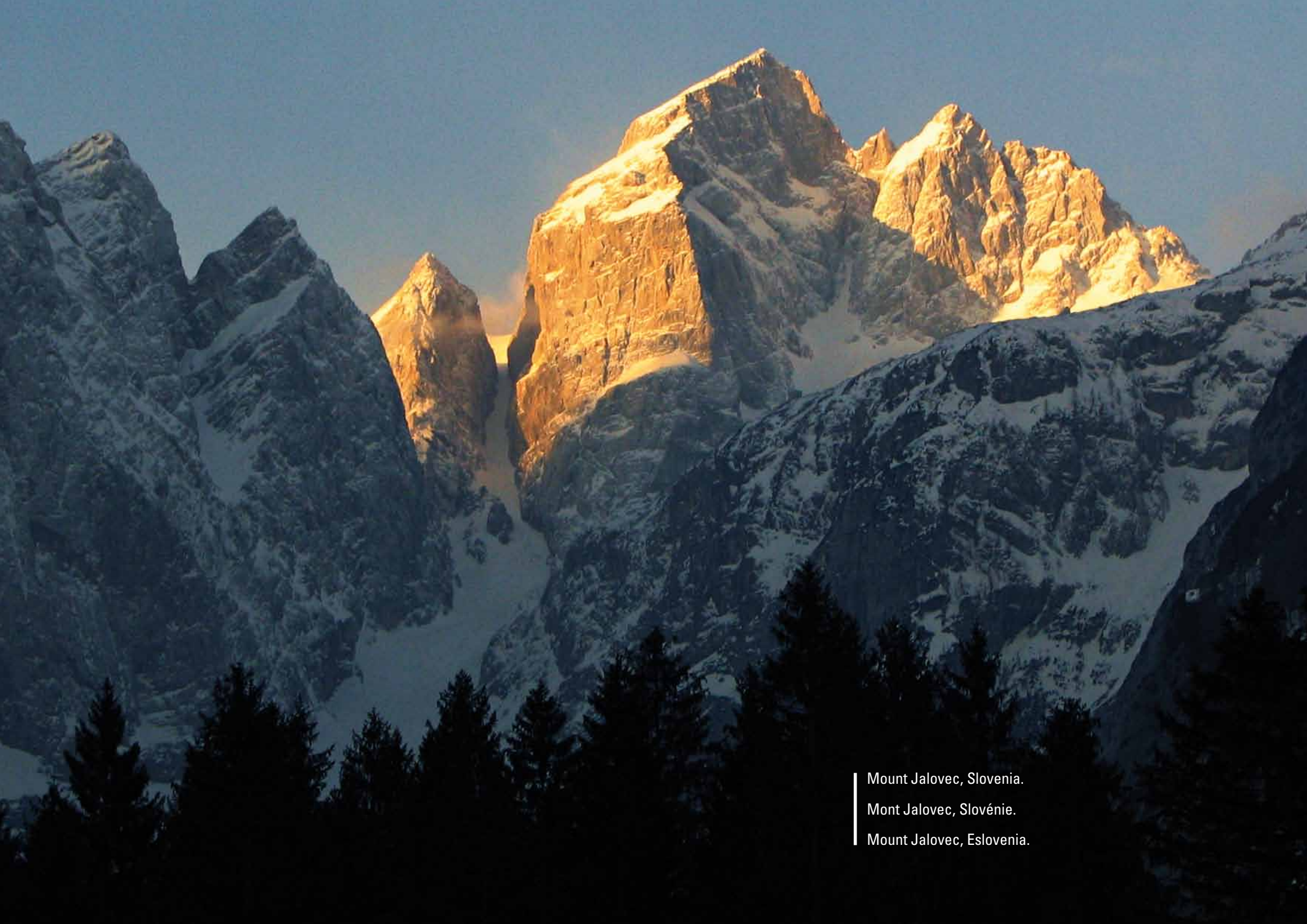
Une source de renseignements généraux et d'informations sur les services géologiques de l'Europe est accessible sur le site EuroGeoSurveys: <http://www.eurogeosurveys.org/>.

La dirección de internet de OneGeology-Europe es <http://onegeology-europe.brgm.fr/geoportal>. Este es el lugar propicio para comenzar una búsqueda de información geológica en Europa. Además de mapas geológicos, esta página web permite contactar directamente a los distintos institutos geológicos para obtener datos más detallados y fáciles de comprender.

Los institutos geológicos europeos desean extender al máximo el uso de los datos y de la información que almacenan. A excepción de datos confidenciales, comerciales o de seguridad nacional, todos los datos de los institutos geológicos están disponibles al público y a las administraciones, así como para el uso comercial.

A menudo, los datos y la información descritos en este libro, están disponibles como archivos de formato estándar en los diferentes institutos geológicos. Con el tiempo, los datos disponibles en Internet serán cada vez más. Los institutos geológicos están dispuestos a atender todas aquellas solicitudes de datos, con atributos específicos y para áreas concretas.

La página web de EuroGeoSurveys <http://www.eurogeosurveys.org/> proporciona información muy útil sobre los antecedentes y la situación actual de las instituciones geológicas europeas.



Mount Jalovec, Slovenia.

Mont Jalovec, Slovénie.

Mount Jalovec, Eslovenia.

8 WHERE TO FIND MORE INFORMATION, CONTINUED

OÙ TROUVER DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS, SUITE ★ DONDE ENCONTRAR MÁS INFORMACIÓN, CONTINUACIÓN

Austria	Geologische Bundesanstalt (Geological Survey of Austria)	www.geologie.ac.at
Belgium	L' Institut royal des Sciences Naturalles de Belgique, Service Géologique de Belgique (Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Geological Survey of Belgium)	www.naturalsciences.be/geology
Bulgaria	Ministry of Environment and Water	www.moew.government.bg
Cyprus	Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment	www.cyprus.gov.cy/moa/Agriculture.nsf
Czech Republic	Česká geologická služba (Czech Geological Survey)	www.geology.cz
Denmark	De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (Geological Survey of Denmark and Greenland)	www.geus.dk
Estonia	Eesti Geoloogiakeskus OÜ (Geological Survey of Estonia)	www.egk.ee
Europe	EuroGeoSurveys	www.eurogeosurveys.org
Europe	Euromines – European Association of Mining Industries, Metal Ores & Industrial Minerals	www.euromines.org
Finland	Geologian tutkimuskeskus (Geological Survey of Finland)	www.gtk.fi
France	Bureau de Recherches Géologiques et Minières (Geological Survey of France)	www.brgm.fr
Germany	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Federal Institute for Geosciences and Natural Resources)	www.bgr.bund.de
Hungary	Magyar Állami Földtani Intézet (Geological Institute of Hungary)	www.mafi.hu
Ireland	Department of Communications, Energy and Natural Resources, Geological Survey of Ireland	www.gsi.ie
Italy	Servizio Geologico d'Italia – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (Geological Survey of Italy – Institute for Environmental Protection and Research)	www.isprambiente.it
Latvia	Latvijas vides, geoloģijas un meteoroloģijas centrs (Latvian Environmental, Geology and Meteorology Agency)	www.meteo.lv/public
Lithuania	Lietuvos Geologijos Tarnyba (Lithuanian Geological Survey)	www.lgt.lt
Luxembourg	Service Géologique du Luxembourg (Geological Survey of Luxembourg)	www.geology.lu
Netherlands	Nederlandse Organisatie Voor Toegepast – Natuurwetenschappelijk Onderzoek (Netherlands Organisation for Applied Scientific Research)	www.tno.nl – www.dinoloket.nl – www.nlog.nl
Norway	Norges geologiske undersøkelse (Geological Survey of Norway)	www.ngu.no
Poland	Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (Polish Geological Institute – National Research Institute)	www.pgi.gov.pl
Portugal	Laboratório Nacional de Energia e Geologia (National Laboratory for Energy and Geology)	www.lneg.pt
Slovakia	Štátny geologický ústav Dionýza Štúra (State Geological Institute of Dionyz Stur)	www.geology.sk
Slovenia	Geološki zavod Slovenije (Geological Survey of Slovenia)	www.geo-zs.si
Spain	Instituto Geológico y Minero de España (Geological Survey of Spain)	www.igme.es
Sweden	Sveriges Geologiska Undersökning (Geological Survey of Sweden)	www.sgu.se
Switzerland	Bundesamt für Landestopografie swisstopo (Swiss Geological Survey)	www.swisstopo.admin.ch
UK	British Geological Survey	www.bgs.ac.uk



Baltic Klint on Pakri Island, Estonia.

Klint de la Baltique, sur l'île Pakri, Estonie.

Klint Báltico en la isla Pakri, Estonia.

9 ACKNOWLEDGEMENTS

REMERCIEMENTS ★ CRÉDITOS

We acknowledge and wish to express our thanks to many organisations and individuals who have provided input and support to the OneGeology-Europe project and without whom successful completion of the project and production of this book would not have been possible.

We would particularly like to record our gratitude to the EuroGeoSurveys Association and the Directors and staff of each geological survey across Europe.

Finally, we would like to thank the OneGeology-Europe EC Project Officer, Marcel Watelet, and his colleagues for their guidance and constructive support.

Nous tenons à remercier les nombreuses organisations et individus ayant contribué et soutenu le projet OneGeology-Europe sans qui l'accomplissement de ce projet et la production de ce livre n'auraient pas été possibles.

Nous tenons particulièrement à exprimer notre gratitude à l'Association EuroGeoSurveys et aux directeurs et personnels de chaque service géologique à travers l'Europe.

Enfin, nous tenons à remercier Marcel Watelet et ses collègues chargés du suivi du projet au sein de la Commission Européenne pour leurs conseils et soutiens constructifs.

Deseamos expresar nuestra gratitud y reconocimiento a las muchas organizaciones e individuos que han proporcionado material y apoyo al proyecto OneGeology-Europe. Sin ellos, el éxito final del proyecto y la producción de este libro no habría sido posible.

Nos gustaría mostrar nuestra gratitud, en particular, a la Asociación EuroGeoSurveys y a los directores y personal de cada institución geológica europea.

Finalmente, nos gustaría agradecer Marcel Watelet, OneGeology-Europe CE Project Officer, y a sus colegas sus directrices y su apoyo constructivo.



Earth pyramids, Alto Adige, Italy.

Pyramides de terre, Alto Adige, Italie.

Pirámides de Tierra, Alto Adige, Italia.

10 COPYRIGHT ACKNOWLEDGEMENTS

DROITS D'AUTEURS REMERCIEMENTS ★ CRÉDITOS DE DERECHOS DE AUTOR

Page number	Image/Originator/Rightholder
front cover	IGME5000 Kristine Asch. © BGR; global geology. © Commission for the Geological Map of the World (CGMW). Graphic by Chris Wardle, BGS
3	Bohinj Lake, Slovenia. © Primož Komel
7	Lake Jokulsarton, Southern Iceland. BGS © NERC
9	3D Visualisation suite, England. BGS © NERC
13	Engineers investigate rock properties in Switzerland. © BGR
15	Geological Map of Europe. Kristine Asch. © BGR
17	Keyboard and map. BGS © NERC
19	L'Aquila 2009 earthquake damage, Paganica, Italy. Paolo Orlandi. © Institute for Environmental Protection and Research, Italy
21	Aggregates quarry, Navarra, Spain. Manuel Regueiro González-Barros. © Geological Survey of Spain
23	Ameland Westgat platform in wintertime. Photograph by Sky-Pictures. © Sky-Pictures
25	Bełchatów lignite mine, Central Poland. © PGE KWB Bełchatów S.A
27	Mineral Mine. © Inmet Mining Company (NMET)
29	Cave Lake, Tapolca, Hungary. © Zoltán Szabó Map reproduced with permission of Hungarian River Basin Management Plan
31	Kost Castle, Bohemian Paradise. © Vlasta Čechová
33	Geothermal drill hole of Soultz-sous-Forêts. © BRGM
35	Letuš, Slovenia. © Dare Čekeliš
37	House damage, UK. Reproduced with permission of NHBC
39	Karst sinkholes of different age, Lithuania. Kęstutis Baronas. © Lithuanian Geological Survey
41	Alzette floodplain near Lintgen, Luxembourg. © Geological Survey of Luxembourg
43	NGU flying multi-geophysical survey, Norway. © Ola Røe/NGU. Aerial photograph reproduced with the permission of the City of Oslo
45	Natural gases. BGS © NERC
47	Earthquake damage, Italy. Marco Pantaloni. © Geological Survey of Italy Institute for Environmental Protection and Research, Italy

Page number	Image/Originator/Rightholder
49	Eyjafjallajökull volcano, Iceland. BGS © NERC
51	Floods in Moravia. © State Geological Institute of Dionyz Stur
53	Contaminated land. © Leif Hylander
55	House damage, Belgium. © Geological Survey of Belgium
57	Geochemical anomalies in North Estonia. Valter Petersell, Tuuli Kalberg, Tõnis Saadre. © Geological Survey of Estonia
59	Carbon capture and storage at Sleipner. © Alligator film/BUG/Statoil
61	Mineral Exploration. Daniel Oliveira. © National Laboratory for Energy and Geology, Portugal
63	Porous sandstone. Wolfgang Hake. © BGR
65	SkyTEM. © SkyTEM ApS, Denmark
67	Student fieldwork, LNEG. © National Laboratory for Energy and Geology, Portugal
69	Stone town Adršpach-Teplice Rocks (Mayor and his wife). © Pavla Gürtlerová
71	Cave inhabited by ancient shepherds, Matera, Italy. Paolo Orlandi. © The Institute for Environmental Protection and Research, Italy
73	Carnuntum wine region of Austria. Thomas Untersweg. © Geological Survey of Austria
75	Mine in Erzberg, Austria. Freisinger Trofaiach, © Geological Survey of Austria with permission of VA Erzberg GmbH
77	Mount Jalovec, Slovenia. © Jernej Jež/Geological Survey of Slovenia
79	Baltic Klint on Pakri Island. Tõnis Saadre. © Geological Survey of Estonia
81	Earth pyramids, Alto Adige, Italy. Chiara D'Ambrogio. © Geological Survey of Italy Institute for Environmental Protection and Research, Italy
83	High Tatra Mountains, Slovakia. © Veronika Šandová, Euromines
back cover	Birling Gap, cliff section, East Sussex, England. BGS © NERC



High Tatra Mountains, Slovakia.

Montagnes Haut Tatras, Slovaquie.

Las montañas del Alto Tatra, Eslovaquia.

11 CONTRIBUTORS

CONTRIBUTEURS ★ COLABORADORES

Austria	Maria Heinrich, Christian Reichl	Geologische Bundesanstalt (Geological Survey of Austria) Bundesministerium für Wirtschaft, Jugend und Familie (Federal Ministry of Economy, Family and Youth)
Belgium	Pierre-Yves Declercq	L'Institut royal des Sciences Naturelles de Belgique, Service Géologique de Belgique (Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Geological Survey of Belgium)
Czech Republic	Lucie Kondrova, Robert Tomas, Pavla Gürtlerová, Barbora Dudíková	Česká geologická služba (Czech Geological Survey)
Denmark	Verner Søndergaard, Ingelise Møller Balling, Anders Vest Christiansen, Richard Thomsen	De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (Geological Survey of Denmark and Greenland)
Estonia	Jaan Kivisilla, Valter Petersell	Eesti Geoloogiakeskus OÜ (Geological Survey of Estonia)
Europe	Veronika Sandova, Corina Hebestreit	Euromines – European Association of Mining Industries, Metal Ores & Industrial Minerals
Finland	Mikko Nironen	Geologian tutkimuskeskus (Geological Survey of Finland)
France	François Robida	Bureau de Recherches Géologiques et Minières (Geological Survey of France)
Germany	Kristine Asch, Peter Gerling	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Federal Institute for Geosciences and Natural Resources)
Hungary	Teodora Szocs	Magyar Állami Földtani Intézet (Geological Institute of Hungary)
Ireland	Mary Carter, Ray Scanlon	Department of Communications, Energy and Natural Resources, Geological Survey of Ireland
Italy	Marco Pantaloni, Carlo Cipolloni, Luca Demicheli, Claudia Delfini	Servizio Geologico d'Italia – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (Geological Survey of Italy – Institute for Environmental Protection and Research)
Lithuania	Jolanta Cyziene	Lietuvos Geologijos Tarnyba (Lithuanian Geological Survey)
Luxembourg	Robert Colbach	Service Géologique du Luxembourg (Geological Survey of Luxembourg)
Netherlands	Stephan Gruijters	Nederlandse Organisatie voor Toegepast – Natuurwetenschappelijk Onderzoek (Netherlands Organization for Applied Scientific Research)
Norway	Mark Smethurst	Norges geologiske undersøkelse (Geological Survey of Norway)
Poland	Urszula Stępień	Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (Polish Geological Institute – National Research Institute)
Portugal	Carla Midões, Fátima Abrantes, Helena Santana, Jorge Carvalho	Laboratório Nacional de Energia e Geologia (National Laboratory for Energy and Geology)
Slovakia	Štefan Káčer	Štátny geologický ústav Dionýza Štúra (State Geological Institute of Dionyz Stur)
Slovenia	Marko Komac, Miloš Bavec, Matevž Novak	Geološki zavod Slovenije (Geological Survey of Slovenia)
Spain	Manuel Regueiro González-Barros	Instituto Geológico y Minero de España (Geological Survey of Spain)
Sweden	Kaarina Ringstad, Magdalena Thorsbrink	Sveriges geologiska undersökning (Geological Survey of Sweden)
UK	Ian Jackson	British Geological Survey

BOOK PRODUCTION TEAM

UK	Debbie Rayner, Kathryn Bull, Marieta Garcia-Bajo, Jean-Marc Ryckebusch	British Geological Survey
France	François Robida	Bureau de Recherches Géologiques et Minières (Geological Survey of France)
Spain	Cecilio Quesada, Fernando Pérez Cerdán	Instituto Geológico y Minero de España (Geological Survey of Spain)

EDITOR

UK	Ian Jackson	British Geological Survey
----	-------------	---------------------------

12 CONSORTIUM MEMBERS

MEMBRES DU CONSORTIUM ★ MIEMBROS DEL CONSORCIO



NON-CONSORTIUM MEMBERS ★ NON MEMBRES DU CONSORTIUM ★ NO MIEMBROS DE CONSORCIO





ONE EUROPE ONE GEOLOGY