

IGN

INSTITUT NATIONAL
DE L'INFORMATION
GÉOGRAPHIQUE
ET FORESTIÈRE

L'information grandeur nature



VERS UNE ÉVOLUTION DES SYSTÈMES DE RÉFÉRENCE VERTICALE EN FRANCE

INTRODUCTION

PLAN

INTRODUCTION

LE CONTEXTE
ET L'EXISTANT

LES BESOINS

LES SCENARII

CONCLUSION

- CADRE DE LA RÉFLEXION
- NOTIONS THÉORIQUES
- PRÉSENTATION DU CONTEXTE ET DE L'EXISTANT EN MATIÈRE DE RÉFÉRENCE VERTICALE EN FRANCE ET À L'INTERNATIONAL
- RECENSEMENT DES BESOINS DES UTILISATEURS, DES EXIGENCES À L'INTERNATIONAL ET DES OPPORTUNITÉS POUR L'IGN
- PROPOSITION DE SCENARII
- PRÉCONISATIONS
- CONCLUSION

LE CADRE DE LA RÉFLEXION

INTRODUCTION

CADRE DE LA REFLEXION

LES RÉFÉRENCES VERTICALES

LE CONTEXTE ET L'EXISTANT

LES BESOINS

LES SCENARI

CONCLUSION

« LES INFORMATIONS LOCALISÉES (...), DOIVENT ÊTRE RATTACHÉES AU SYSTÈME NATIONAL DE RÉFÉRENCE DE COORDONNÉES ALTIMÉTRIQUES DÉFINI PAR DÉCRET » *DÉCRET N°2000-1276 DU 26 DÉCEMBRE 2000*

- L'IGN EST L'ACTEUR PUBLIC CHARGÉ DE CONCEVOIR L'INFRASTRUCTURE NÉCESSAIRE
- LE SGN ENTRETIENT LES RÉSEAUX MATÉRIALISÉS NÉCESSAIRES

« UNE ANALYSE DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES ALTIMÉTRIQUES AYANT COURS EN FRANCE PERMETTRAIT DE DÉTERMINER LES AMÉLIORATIONS SOUHAITABLES DE LA QUALITÉ DE CES SYSTÈMES AU REGARD DES USAGES ET ENJEUX IDENTIFIÉS » *RAPPORT DE LA COMMISSION GÉOPOSITIONNEMENT DU CONSEIL NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE (CNIG), 2016*

POURQUOI UN SYSTÈME DE RÉFÉRENCE VERTICALE ?

INTRODUCTION

CADRE DE LA
REFLEXION

LES RÉFÉRENCES
VERTICALES

LE CONTEXTE
ET L'EXISTANT

LES BESOINS

LES SCENARII

CONCLUSION

- DÉFINIR DES POSITIONS ET MOUVEMENTS VERTICAUX
- ANTICIPER L'EFFORT À FAIRE POUR CHANGER DE POSITION VERTICALE
- SURFACE D'ALTITUDE CONSTANTE
 - = SURFACE DE POTENTIEL DE PESANTEUR CONSTANT
 - = SURFACE D'ÉQUILIBRE DE L'EAU
- LA SURFACE DE RÉFÉRENCE EST CELLE DU NIVEAU MOYEN DE LA MER, PROLONGÉE SOUS LES CONTINENTS

LA RÉFÉRENCE PAR LE NIVELLEMENT TRADITIONNEL

INTRODUCTION

LES RÉFÉRENCES VERTICALES

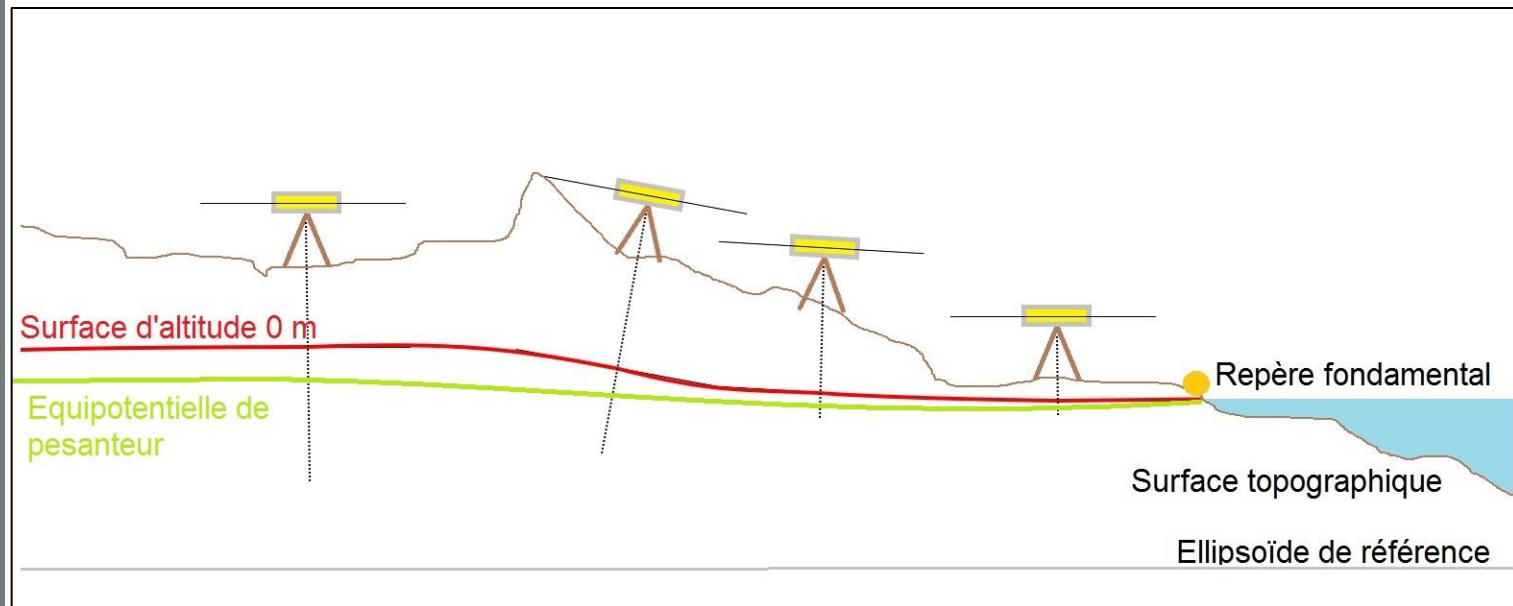
CADRE DE L'ÉTUDE

LE CONTEXTE ET L'EXISTANT

LES BESOINS

LES SCENARI

CONCLUSION



LA RÉFÉRENCE PAR TECHNIQUES GNSS

INTRODUCTION

LES RÉFÉRENCES VERTICALES

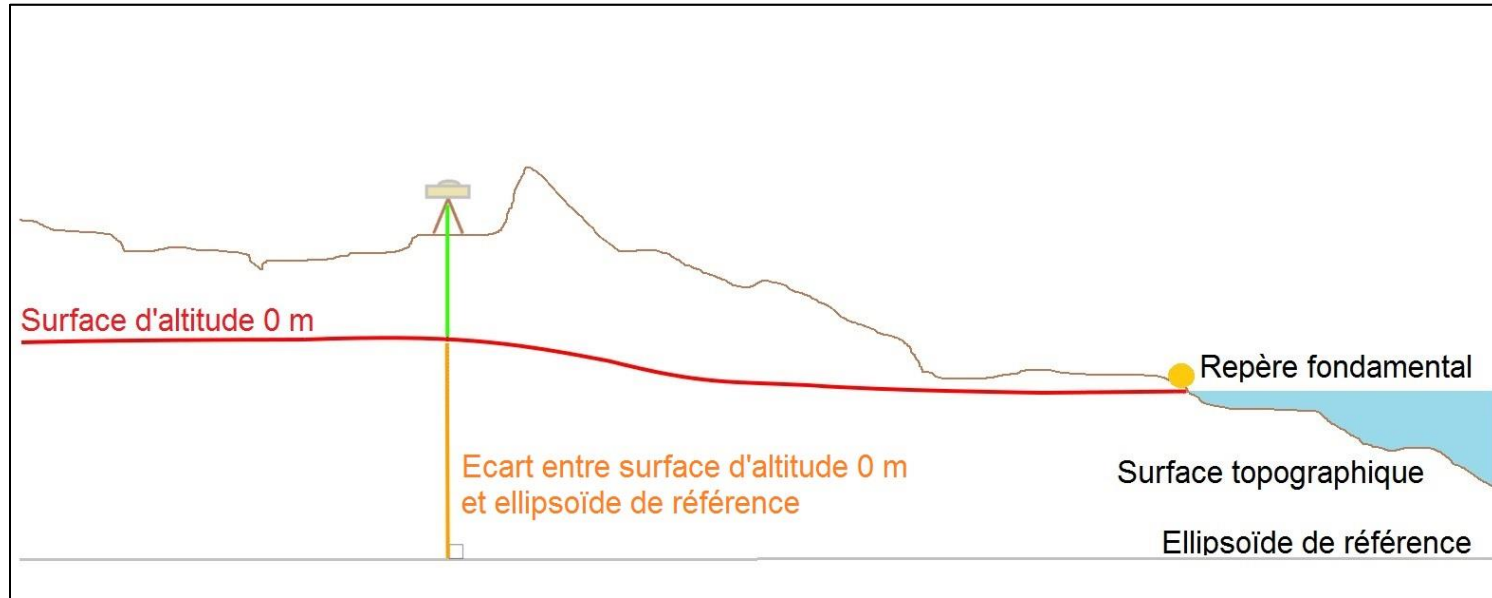
CADRE DE L'ÉTUDE

LE CONTEXTE ET L'EXISTANT

LES BESOINS

LES SCENARII

CONCLUSION



GÉOÏDE ET SURFACE DE CONVERSION ALTIMÉTRIQUE

INTRODUCTION

LES RÉFÉRENCES VERTICALES

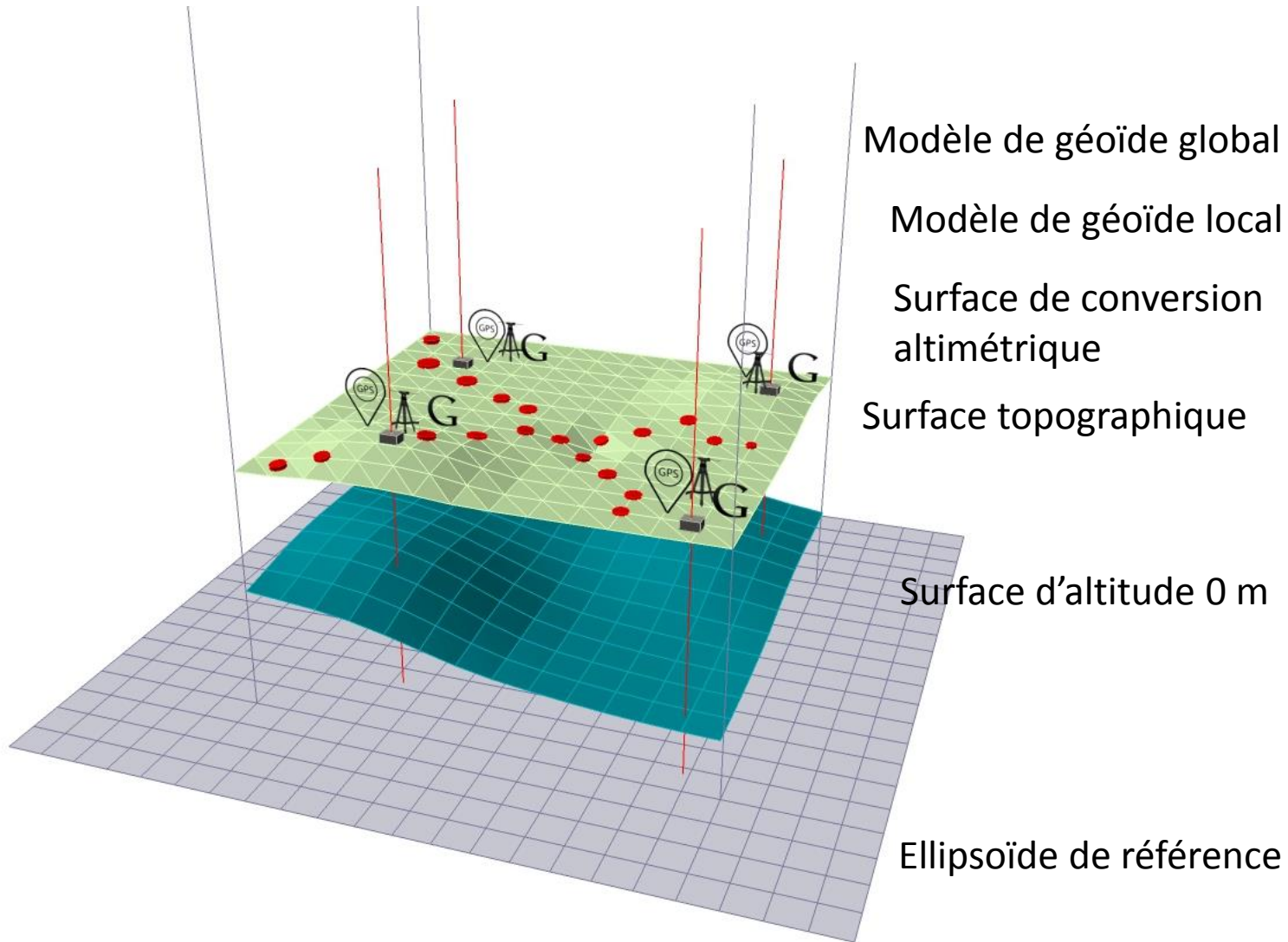
CADRE DE L'ÉTUDE

Surface topographique

Surface d'altitude 0 m

Ecart entre surface d'altitud
et ellipsoïde de référence

Ellipsoïde de référence



LE CONTEXTE ET L'EXISTANT : UN CADRE LÉGAL ET UN CONTEXTE INTERNATIONAL EN PLEINE ÉVOLUTION

LES SYSTÈMES DE RÉFÉRENCE VERTICALE INTERNATIONAUX

INTRODUCTION

LE CONTEXTE
ET L'EXISTANT

LE CONTEXTE
INTERNATIONAL

LE CONTEXTE
NATIONAL
ÉVOLUTIONS
RÉCENTES À
L'INTERNATIONAL

LES BESOINS

LES SCENARII

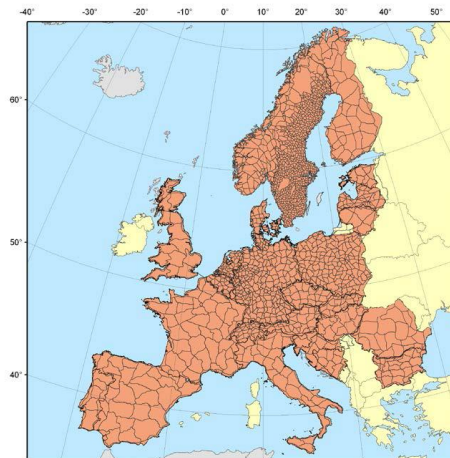
CONCLUSION

■ AU NIVEAU MONDIAL :

- Pas de système de référence verticale mondial
⇒ Projet de l'Association internationale de géodésie (AIG)

■ AU NIVEAU EUROPÉEN :

- European vertical reference system (EVRS)
- Retenu dans le cadre de la directive Inspire
- Matérialisé par les réseaux nationaux
(en France, 28 000 repères)



Réseau Européen
Unifié de nivellement :
réalisation d'EVRS

LES SYSTÈMES DE RÉFÉRENCE VERTICALE INTERNATIONAUX

INTRODUCTION

LE CONTEXTE ET L'EXISTANT

LE CONTEXTE INTERNATIONAL

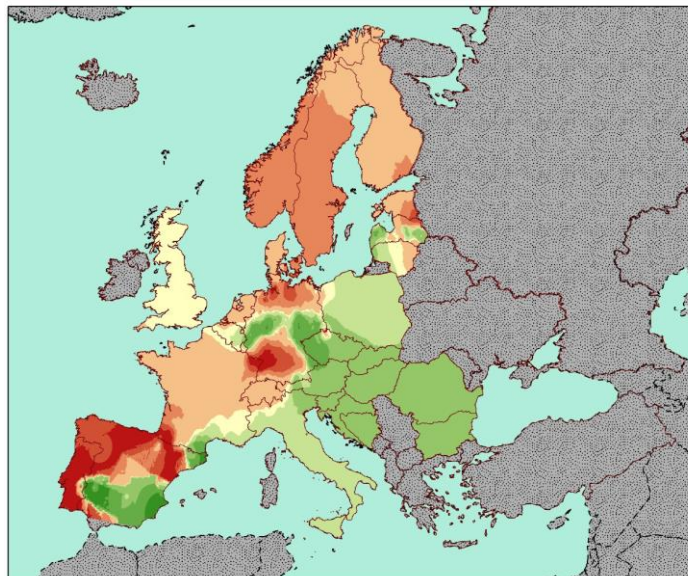
LE CONTEXTE
NATIONAL
ÉVOLUTIONS
RÉCENTES À
L'INTERNATIONAL

LES BESOINS

LES SCENARII

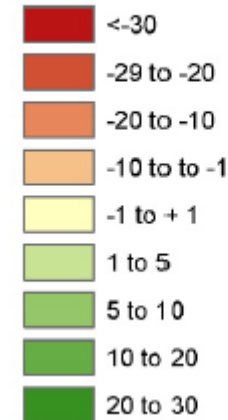
CONCLUSION

- NOUVELLE RÉALISATION DE L'EVRS EN COURS INTÉGRANT LE NIVELLEMENT DE RÉFÉRENCE FRANÇAIS (NIREF)



Height differences
between adjustment
2015 and EVRF2007

Height difference in mm



LES SYSTÈMES DE RÉFÉRENCE VERTICALE FRANÇAIS

INTRODUCTION

LE CONTEXTE ET L'EXISTANT

LE CONTEXTE INTERNATIONAL

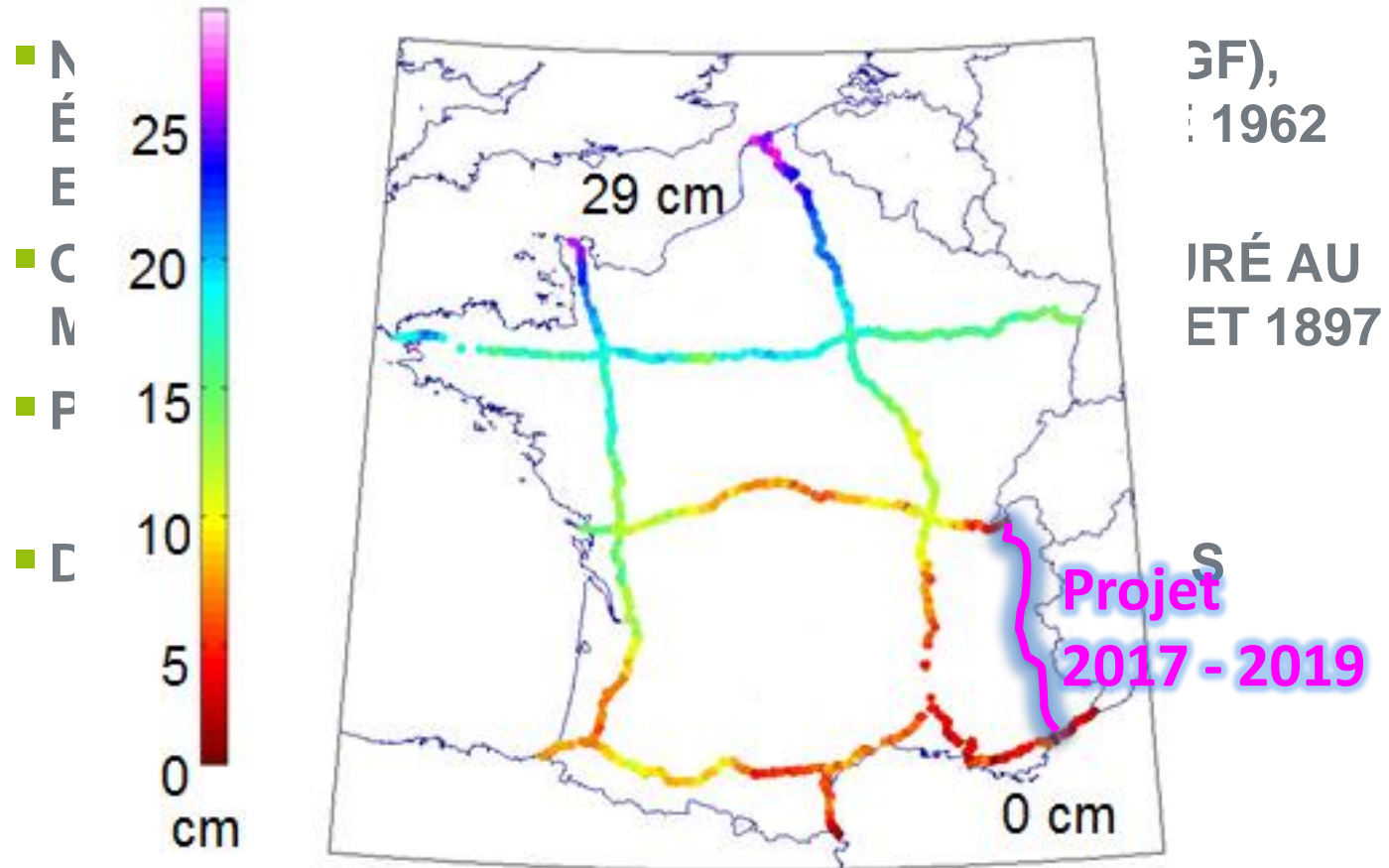
LE CONTEXTE NATIONAL

ÉVOLUTIONS RÉCENTES À L'INTERNATIONAL

LES BESOINS

LES SCENARII

CONCLUSION



- UN BIAIS APPARENT D'UNE TRENTAINE DE CENTIMÈTRES DU NORD AU SUD

LES SYSTÈMES DE RÉFÉRENCE VERTICALE FRANÇAIS

INTRODUCTION

LE CONTEXTE ET L'EXISTANT

*LE CONTEXTE
INTERNATIONAL*

*LE CONTEXTE
NATIONAL*

*ÉVOLUTIONS
RÉCENTES À
L'INTERNATIONAL*

LES BESOINS

LES SCENARII

CONCLUSION

- DES GRILLES DE CONVERSION ALTIMÉTRIQUE (RAF, RAC, RAR, ETC.)
 - Un accès à la référence par GNSS
 - Précision : 1 à 5 cm
 - Objectif COP 2013-2016 : précision centimétrique sur 90% du territoire hors zone de haute montagne et de forêt tropicale

LES SYSTÈMES DE RÉFÉRENCE VERTICALE FRANÇAIS

INTRODUCTION

LE CONTEXTE ET L'EXISTANT

LE CONTEXTE
INTERNATIONAL

LE CONTEXTE
NATIONAL

ÉVOLUTIONS
RÉCENTES À
L'INTERNATIONAL

LES BESOINS

LES SCENARII

CONCLUSION

- DEPUIS 2000, UNE POLITIQUE D'ENTRETIEN PAR LES TRIPLETS (ERNIT)
 - Entretien de 12 500 groupes d'au moins trois repères dans les bourgs (près de 50 000 RN)
 - ⇒ Observations GNSS et de nivellement traditionnel
 - ⇒ Moyens d'entretien élevés
 - Permettre à l'utilisateur un référencement par nivellement assisté par GNSS
 - Affiner la connaissance des grilles de conversion altimétrique

DES ÉVOLUTIONS RÉCENTES À L'INTERNATIONAL

INTRODUCTION

LE CONTEXTE ET L'EXISTANT

LE CONTEXTE
INTERNATIONAL

LE CONTEXTE
NATIONAL

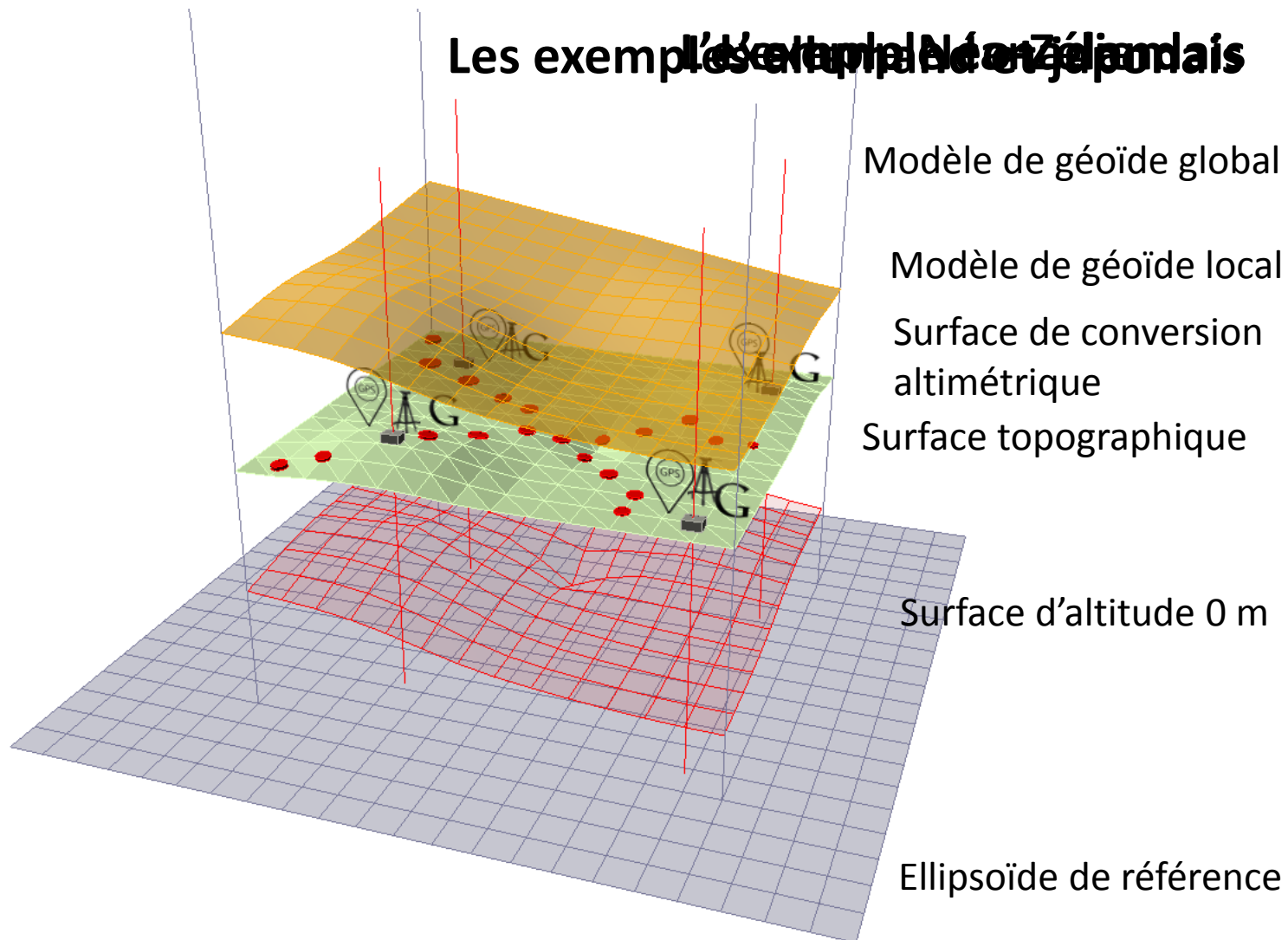
ÉVOLUTIONS
RÉCENTES À
L'INTERNATIONAL

LES BESOINS

LES SCENARII

CONCLUSION

Les exemples de l'Europe, du Japonais



LES BESOINS : UN ACCÈS SIMPLIFIÉ À UNE RÉFÉRENCE VERTICALE DE GRANDE PRÉCISION

DES UTILISATEURS VARIÉS ET DES BESOINS DE PRÉCISION DIFFÉRENTS

INTRODUCTION

LE CONTEXTE
ET L'EXISTANT

LES BESOINS

*LES BESOINS
UTILISATEUR*

*LE CADRE LÉGAL
ET INTERNATIONAL
LES OPPORTUNITÉS
POUR L'IGN*

LES SCENARII

CONCLUSION

SECTEUR DE LA DÉFENSE

- Référencement par GNSS
- Pas d'usage direct de la référence verticale française

LES UTILISATEURS NON PROFESSIONNELS

- Altimètres, intérêt patrimonial
- Précision **métrique**

LES CRÉATEURS ET UTILISATEURS DE SIG

- Bases de données IGN, LIDAR
- Précision **décimétrique à métrique**

LES TRAVAUX PUBLICS

- Référencement par GNSS (sauf risque inondation)
- Précision **centimétrique à décimétrique**

LA SCIENCE ET LA RECHERCHE

- Études géophysiques
- Exactitude de la mesure du potentiel et du temps
- Précision **sub-centimétrique**

Précision

métrique

décimétrique

centimétrique

Sub-
centimétrique

L'APPLICATION DU CADRE LÉGAL

INTRODUCTION

LE CONTEXTE
ET L'EXISTANT

LES BESOINS

*LES BESOINS
UTILISATEUR*

LE CADRE LÉGAL
ET INTERNATIONAL

*LES OPPORTUNITÉS
POUR L'IGN*

LES SCENARII

CONCLUSION

- PROJET D'ÉLARGISSEMENT DE L'OBLIGATION DE RÉFÉRENCIEMENT VERTICAL LÉGAL
⇒ IL EST IMPÉRATIF DE FACILITER L'ACCÈS À LA RÉFÉRENCE VERTICALE ET D'EN DIMINUER LE COÛT
- IMPORTANCE DE MAINTENIR DES OUTILS DE CONVERSION VERS LE FUTUR SYSTÈME MONDIAL
- DIRECTIVE INSPIRE : IMPORTANCE DE MAINTENIR DES OUTILS DE CONVERSION VERS LE SYSTÈME EUROPÉEN

LES OPPORTUNITÉS POUR L'IGN

INTRODUCTION

LE CONTEXTE
ET L'EXISTANT

LES BESOINS

*LES BESOINS
UTILISATEUR
LE CADRE LÉGAL
ET INTERNATIONAL
LES OPPORTUNITÉS
POUR L'IGN*

LES SCENARII

CONCLUSION

- OPTIMISER LES MOYENS DE PRODUCTION EN CONTINUANT À RÉPONDRE AUX BESOINS DES UTILISATEURS
- ENVISAGER UNE POLITIQUE DURABLE D'ENTRETIEN DE LA RÉFÉRENCE VERTICALE
- MIEUX CONNAITRE LE GÉOÏDE ET AMÉLIORER LES GRILLES DE CONVERSION ALTIMÉTRIQUE

DES PROPOSITIONS DE SCENARII POUR UNE ÉVOLUTION DE LA RÉFÉRENCE VERTICALE

QUESTIONNEMENTS PRÉALABLES

INTRODUCTION

LE CONTEXTE
ET L'EXISTANT

LES BESOINS

LES SCENARII

PRÉALABLE

SCENARIO 1

SCENARIO 2





SCENARIO 3

COMPARATIF

PRÉCONISATIONS

CONCLUSION

- CONSERVATION DU SYSTÈME DE RÉFÉRENCE VERTICALE OU ÉVOLUTION VERS UN NOUVEAU SYSTÈME ?

	Conservation	Evolution
■	 peu d'impact utilisateur grande précision locale	 plus proche de la réalité physique possibilité d'adopter une surface conventionnelle (EVRS)
■	 biais, erreurs : écart à la réalité physique	 Impact conséquent sur l'utilisateur

QUESTIONNEMENTS PRÉALABLES

INTRODUCTION

LE CONTEXTE
ET L'EXISTANT

LES BESOINS

LES SCENARI

PRÉALABLE

SCENARIO 1

SCENARIO 2

SCENARIO 3

COMPARATIF

PRÉCONISATIONS

CONCLUSION

Réseau géodésique
et gravimétrique

Points GNSS nivelés
(ERNIT)

Recalcul du réseau

Modèle de géoïde global

Modèle de géoïde local

Surface de conversion
altimétrique

Surface topographique

Nouvelle réalisation
de la référence de 0 m

Ellipsoïde de référence

SCENARII RETENUS

INTRODUCTION

LE CONTEXTE
ET L'EXISTANT

LES BESOINS

LES SCENARII

PRÉALABLE

SCENARIO 1

SCENARIO 2

SCENARIO 3

COMPARATIF

PRÉCONISATIONS

CONCLUSION

- **TROIS STRATÉGIES SERONT ÉTUDIÉES :**
 - le maintien de la politique actuelle d'entretien du réseau de nivellement par les triplets
 - la dématérialisation de la référence verticale
 - la nouvelle réalisation du système de référence, appuyée sur un réseau de points de contrôle

- **POUR RÉPONDRE À UN MAXIMUM DES BESOINS SUIVANTS :**
 - offrir des possibilités de référencement vertical
 - conserver un système de référence verticale stable dans le temps
 - offrir des outils de conversion dans les systèmes européens (directive Inspire) et mondiaux
 - optimiser les coûts d'entretien
 - contribuer à l'infrastructure nécessaire pour la recherche

MAINTIEN DE LA POLITIQUE D'ENTRETIEN PAR LES TRIPLETS

INTRODUCTION

LE CONTEXTE
ET L'EXISTANT

LES BESOINS

LES SCENARII

PRÉALABLE

SCENARIO 1

SCENARIO 2

SCENARIO 3

COMPARATIF

PRÉCONISATIONS

CONCLUSION

Forces

- Maintien d'un réseau matérialisé
- Accès à la référence par nivellement + GNSS
- Grande précision
- **Pas d'impact en termes d'image**

- **Suivi des évolutions temporelles**
- Maîtrise de la compatibilité aux normes internationales

Opportunités

Faiblesses

- Nivellement indispensable
- **Moyens nécessaires élevés**

- Pas de stratégie d'évolution
- **Pas d'amélioration de la connaissance du géoïde**

Risques

DÉMATÉRIALISATION DE LA RÉFÉRENCE VERTICALE

INTRODUCTION

LE CONTEXTE
ET L'EXISTANT

LES BESOINS

LES SCENARI

PRÉALABLE

SCENARIO 1

SCENARIO 2

SCENARIO 3

COMPARATIF

PRÉCONISATIONS

CONCLUSION

Forces

- Économie immédiate
- Accès à la référence par GNSS à la précision de la grille près

Faiblesses

- Perte de précision
- Pas de possibilité de contrôle
- Prise en compte particulière nécessaire des territoires à risques

- Améliorations du positionnement par GNSS
- Évolution similaire du cadre international

- Report de charge sur les collectivités locales
- Impact négatif sur l'image de l'IGN

Opportunités

Risques

NOUVELLE RÉALISATION DE LA RÉFÉRENCE VERTICALE

INTRODUCTION

LE CONTEXTE
ET L'EXISTANT

LES BESOINS

LES SCENARI

PRÉALABLE

SCENARIO 1

SCENARIO 2

SCENARIO 3

COMPARATIF

PRÉCONISATIONS

CONCLUSION

Forces

- Maintien d'un réseau matérialisé
- Accès à la référence par GNSS ou nivellement
- Réseau de points connus dans tous les systèmes de références

- Mutualisation des moyens avec l'entretien des réseaux géodésiques et gravimétriques
- Suivi des évolutions temporelles et maîtrise de la compatibilité aux normes internationales

Opportunités

Faiblesses

- Peu d'économie de moyens
- Peu d'entretien du réseau de nivellement ancien
- Modification des altitudes des repères
- Mauvaise acceptation de la part des usagers

Risques

COMPARATIF DES SCENARII

INTRODUCTION

LE CONTEXTE
ET L'EXISTANT

LES BESOINS

LES SCENARII

PRÉALABLE

SCENARIO 1

SCENARIO 2

SCENARIO 3

COMPARATIF

PRÉCONISATIONS

CONCLUSION

	Triplets	Dématérialisation	RBF
Accès à la référence par GNSS	oui	oui	oui
Réseau matérialisé	oui	non	oui
Optimisation des moyens	non	oui	partiel
Suivi temporel de la référence	oui	non	oui
Amélioration des connaissances	non	non	oui
Impact sur l'image de l'IGN	aucun	négatif	mauvaise acceptation

COMPARATIF DES MOYENS NÉCESSAIRES À CHACUN DES SCENARII

INTRODUCTION

LE CONTEXTE ET L'EXISTANT

LES BESOINS

LES SCENARII

PRÉALABLE

SCENARIO 1

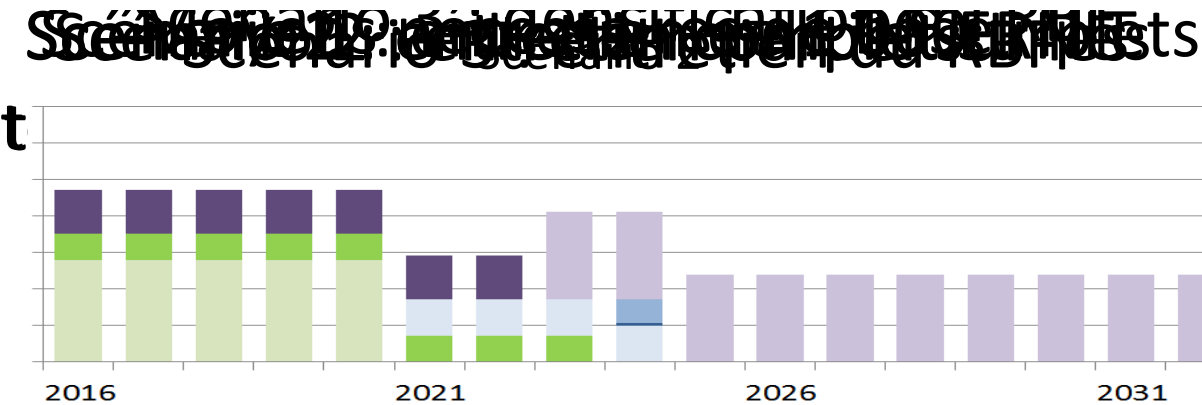
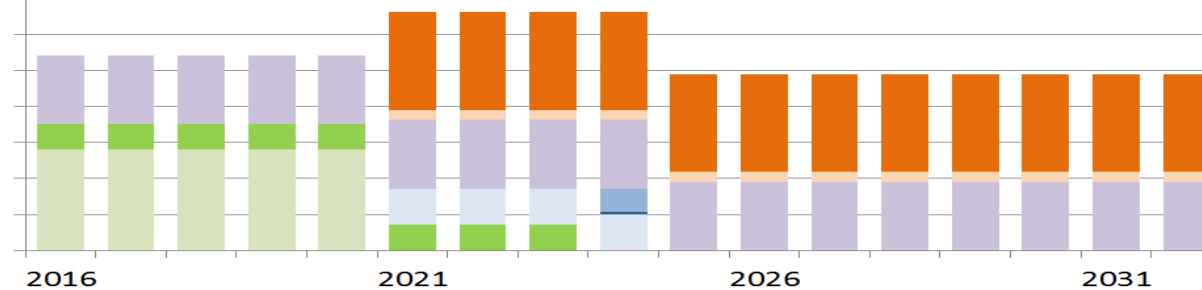
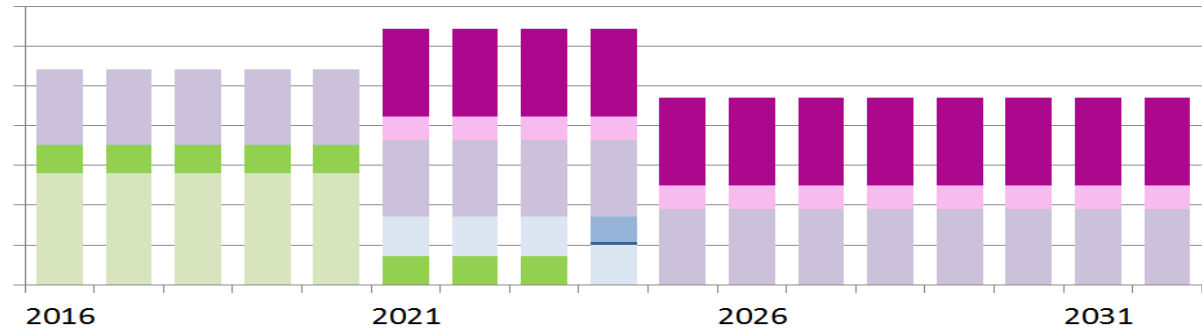
SCENARIO 2

SCENARIO 3

COMPARATIF

PRÉCONISATIONS

CONCLUSION



LES PRÉCONISATIONS POUR UNE ÉVOLUTION DE LA RÉFÉRENCE VERTICALE FRANÇAISE : SCENARIO 3

INTRODUCTION

LE CONTEXTE
ET L'EXISTANT

LES BESOINS

LES SCENARII

PRÉALABLE

SCENARIO 1

SCENARIO 2

SCENARIO 3

COMPARATIF

PRÉCONISATIONS

CONCLUSION

■ PHASE 1 :

- Terminer le premier cycle ERNIT
- Poursuivre la mise en conformité du RBF en tant que réseau gravimétrique
- Densifier le RBF sur les secteurs d'intérêt

■ PHASE 2 :

- Calculer une nouvelle grille de conversion altimétrique
- Recalculer le réseau de nivellement pour le rendre cohérent avec la grille de conversion altimétrique
- Proposer des outils de conversion entre ancienne et nouvelle réalisation
- Proposer des outils de conversion vers les systèmes internationaux

LES PRÉCONISATIONS POUR UNE ÉVOLUTION DE LA RÉFÉRENCE VERTICALE FRANÇAISE

INTRODUCTION

LE CONTEXTE
ET L'EXISTANT

LES BESOINS

LES SCENARI

PRÉALABLE

SCENARIO 1

SCENARIO 2

SCENARIO 3

COMPARATIF

PRÉCONISATIONS

CONCLUSION

- PHASE 3 :
 - Contrôler et entretenir la référence
 - Étudier les évolutions pour adapter la durée du cycle
- PARALLÈLEMENT :
 - Se positionner en tant qu'acteur pour les territoires soumis au risque inondation
 - Communiquer auprès des utilisateurs :
 - Pour expliquer la nouvelle réalisation de référence
 - Pour expliquer les modalités d'accès à la référence

CONCLUSION

LES PRÉCONISATIONS POUR UNE ÉVOLUTION DE LA RÉFÉRENCE VERTICALE FRANÇAISE

INTRODUCTION

LE CONTEXTE
ET L'EXISTANT

LES BESOINS

LES SCENARII

CONCLUSION

- CONSERVATION ET NOUVEAU CALCUL D'UN RÉSEAU MATÉRIALISÉ
- PHASE DE CONTRÔLE ET DE MAINTIEN DE LA RÉFÉRENCE PAR RÉOBSERVATION DE POINTS D'APPUI
- DÉMATÉRIALISATION ÉVENTUELLE DE LA RÉFÉRENCE DANS UN DEUXIÈME TEMPS