

**GRUPE DE TRAVAIL « Géotechnique, changement climatique
et développement durable »**
REUNION du Sous-Groupe 1 du 20/01/2023 à 10H

Réunion en Visio (Teams)

Compte rendu établi par Isabelle HALFON (présidente du GT)
Copie à Nathalie BORIE (secrétaire du CFMS)

Liste des présents :

Nom	Prénom	Entreprise ou organisme	email	Présent	Absent	Excusé
BASMAJI	Bakri	CEREMA	bakri.basmaji@cerema.fr	X		
BERNUY	Charles	TERRASOL	charles.bernuy@setec.com	X		
BOUCHUT	Jocelyn	EGIS	jocelyn.bouchut@egis.fr	X		
BOUSSAFIR	Yasmina	UGE	yasmina.boussafir@univ-eiffel.fr	X		
BRULE	Stéphane	MENARD	stephane.brule@menard-mail.com		X	
CHEVALIER	Christophe	UGE	christophe.chevalier@univ-eiffel.fr			X
CUISINIER*	Olivier	Université de Lorraine	olivier.cuisinier@univ-lorraine.fr			X
DE SAUVAGE	Jean	UGE	jean.de-sauvage@univ-eiffel.fr	X		
DI DONNA	Alice	Université Grenoble Alpes	alice.di-donna@univ-grenoble-alpes.fr			X
HALFON	Isabelle	BRGM	i.halfon@brgm.fr	X		
JENCK	Orianne	Université Grenoble Alpes	orienne.jenck@univ-grenoble-alpes.fr	X		
JOSEPH	Agnès	CEREMA	Agnes.Joseph@cerema.fr	X		
KTEICH	Ziad	TRACTEBEL Engie	ziad.kteich@tractebel.engie.com	X		
LAMBERT	Serge	Keller	serge.lambert@keller.com		X	
MEYER*	Grégory	Egis	Gregory.MEYER@egis-group.com			
NAYRAND	Nicolas	Bureau Veritas	nicolas.nayrand@bureauveritas.com			X
OKYAY *	Umur	INFRANEO	us.okyay@infraneo.com	X		
PERLO*	Sabrina	Cerema	sabrina.perlo@cerema.fr	X		
PRUGNEAUD	Aurélien	SOLETANCHE BACHY	Aurelien.PRUGNAUD@soletanche-bachy.com	X		
ROCHA BOTELHO	Lucas Magno	Egis	Lucas-Magno.ROCHA-BOTELHO@egis-group.com	X		
RONDEAU	Christophe	ERG Géotechnique + USG	c-rondeau@erg-sa.fr		X	
SAADE	Myriam	ENPC	myriam.saade@enpc.fr			X
SANFRATELLO	Jean-Pierre	COLAS	sanfratello@campus.colas.fr	X		
VASILESCU	Roxana	PINTO GC	rvasilescu@pintogc.com	X		



ZUMBO	Vilma	SYSTRA	vzumbo@systra.com	X		
-------	-------	--------	-------------------	---	--	--

*présence en tant qu'observateur

1. Ordre du jour

- Remarques sur le précédent CR
- Exposé sur les notions de durée de vie d'un ouvrage (Yasmina) et discussion sur ce sujet
- Revue du sommaire des recommandations et répartition des chapitres entre les membres du sous-groupe
- Programme des prochaines réunions

2. Remarques sur le précédent CR

Remarques formulées par N. Nayrand (*en vert italique*) :

Au 3 / 3 - Périmètre du groupe de travail et des recommandations

- Reconnaissances / investigations géotechniques : l'impact direct en GES est faible, mais la qualité / quantité des reconnaissances peut avoir un impact important car un défaut de reconnaissance peut conduire à un surdimensionnement, et ne permet pas de faire des comparaisons de différentes solutions de projets.

C'est effectivement fondamental ! Mais au-delà des notions de reconnaissances/investigations géotechniques, il faut prendre en compte les données du projet du Maître d'ouvrage. C'est d'ailleurs à partir de ces données que le contenu des reconnaissances doit être déterminé. Ensuite, il est loisible de rappeler que l'ingénierie pour les ouvrages géotechniques doit être guidée par les résultats de ces reconnaissances/investigations géotechniques ; mais cette ingénierie doit également être guidée par des critères complémentaires tels que les tassements et les déplacements horizontaux admissibles, l'impact éventuel de l'eau (critère d'inondabilité),... Ces critères sont du ressort du MOa sur avis du MOe.

Bilan, je propose a minima de compléter le libellé : Reconnaissances/investigations géotechniques et prise en compte des données du projet du maître d'ouvrage. => modifié dans le chapitre 3 des recommandations

- Phase de service (utilisation, entretien, maintenance) : on parle d'entretien / maintenance prévisible dès la conception (exemple radier drainant versus radier ancré). Durée de service : prendre la durée de service réglementaire (définie dans Eurocode).

Je propose de remplacer « réglementaire » par « normative ». => on revient sur ce point lors de la réunion. Ok pour parler de durée de vie (ou plutôt de durée d'utilisation du projet) normative, dont une valeur indicative est définie dans l'Eurocode 0.

- Fin de vie (déconstruction, recyclage, ré-emploi) : Définition proposée de la fin de vie : date à partir de laquelle il faut renforcer l'ouvrage pour qu'il puisse continuer à assurer ses fonctions. Ou Date à partir de laquelle, on ne peut plus utiliser l'ouvrage.

Je propose de remplacer ou d'ajouter la notion de critères (plutôt mécanique me semble-t-il) à la notion de date.

=> Ok pour introduire la notion de critère mécanique (voir §4)



3. Présentation sur la notion de durée de vie d'un ouvrage

Présentation faite par Yasmina Boussafir (cf. support de présentation en annexe du CR)

La durée de vie d'un ouvrage est définie par l'Eurocode 0 => on parle de durée d'utilisation du projet « *durée pendant laquelle une structure ou une de ses parties est censée pouvoir être utilisée comme prévu, en faisant l'objet de la maintenance escomptée, mais sans qu'il soit nécessaire d'effectuer des réparations majeures* ».

Cette durée doit être spécifiée par le Maître d'Ouvrage. A défaut, des valeurs indicatives de la durée d'utilisation du projet sont fournies dans l'Eurocode 0 (et son annexe nationale).

Les ouvrages géotechniques ne sont pas identifiés spécifiquement, ils se rattachent à l'ouvrage pour lequel ils sont réalisés : par exemple un soutènement pour les sous-sols d'un bâtiment, aura la durée d'utilisation du bâtiment en question. De même, les fondations d'un pont auront la durée d'utilisation du pont. Dans certains cas, les ouvrages géotechniques sont des ouvrages en eux-mêmes, non rattachés à un autre ouvrage => durée d'utilisation à définir au cas par cas.

La notion de durabilité est également définie dans l'Eurocode 0 : elle est liée à la détérioration des matériaux qui constituent l'ouvrage. Cette détérioration dépend notamment des conditions d'environnement : à noter que ces conditions peuvent évoluer au cours de la durée d'utilisation du projet avec le changement climatique => notion à partager avec le sous-groupe 2.

Le maître d'ouvrage a la responsabilité de réaliser les opérations d'entretien et maintenance, au cours de la durée d'utilisation du projet.

Au Royaume Uni, ces sujets sont traités de façon très détaillée par l'Environment Agency (cf. références sur le support de présentation). Pour chaque type d'ouvrage, les durées sont calculées en fonction du niveau d'entretien et de maintenance.

Cette présentation appelle les commentaires suivants :

- Pour certains ouvrages comme les chaussées, la durée de vie est systématiquement une donnée d'entrée.
- Attention au changement de destination de l'ouvrage, qui se produit parfois et qui peut avoir des conséquences sur la durabilité, ...
- Certains critères de dimensionnement sont aussi très impactants en terme d'impact carbone : par exemple les classes de béton, les contraintes admissibles, les hypothèses sismiques et exigences correspondantes Il serait intéressant de lister ces critères et d'ouvrir le débat sur ce sujet. Les niveaux de sécurité demandés pour le dimensionnement ne sont-ils pas dans certains cas trop exigeants et conduisent à un fort impact GES ? Ne pas s'interdire d'ouvrir le débat sur ces sujets. Réfléchir à accepter un certain niveau de risque. Peut-on assouplir certaines exigences pour diminuer l'empreinte carbone ?
- Certains MOA ont peut-être aussi des exigences trop sévères (SNCF par exemple ?). Il faudrait donc que le critère empreinte GES soit considéré dès le départ, avec tous les autres critères et notamment les contraintes d'exploitation. Il serait intéressant d'échanger avec des gestionnaires de réseaux pour avoir des retours d'expérience : SNCF (par exemple Charlotte Czabanski), les DIR => Sabrina + Bakri pour un retour d'ici une ou deux réunions.
- Il serait intéressant de montrer des exemples de l'intérêt de faire de l'entretien : soutènements, chaussées, ouvrages en terre/digues. Au moins qualitativement. Exemple : les essais préalables des tirants d'ancrage sont recommandés mais pas obligatoire. Inciter à faire ces essais pour optimiser le dimensionnement et donc limiter les impacts GES.



En conclusion et en perspective avec l'objectif du Groupe de Travail :

- Il est important de définir dès les phases amont de conception, la durée d'utilisation du projet, et les opérations de maintenance et entretien nécessaires pour garantir cette durée. Ces hypothèses seront à prendre en compte pour le calcul des émissions de GES pendant la phase service.
- La durée d'utilisation de l'ouvrage est une hypothèse de conception qui impacte fortement le dimensionnement et donc l'impact GES.
- Un défaut d'entretien / maintenance peut avoir pour conséquence une diminution de la durée d'utilisation du projet, et des travaux de réfection / réparation voire re-construction, ayant un fort impact sur les émissions de GES.
- L'évolution des conditions d'environnement avec le changement climatique est à prendre en compte pour la durabilité de certains composants de l'ouvrages

4. Sommaire des futures recommandations

Préparation des futures recommandations :

Lors de cette réunion, on décide de répartir les différents chapitres entre les membres du sous-groupe. Chaque chapitre sera ainsi porté par un petit groupe de personnes qui sera chargé de présenter une première rédaction, pour la/les prochaines réunion(s). Une relecture de chaque chapitre pourra alors être faite au cours des prochaines réunions. Cela permettra aussi d'identifier les questions / discussions à approfondir.

1 – Rappel des éléments du changement climatique : Lucas Rocha Botelho, Ziad Kteich

Objectifs de réduction des gaz à effet de serre (GES)

2 – Autres critères environnementaux : Vilma Zumbo, Isabelle Halfon, Myriam Saadé

Objectifs d'évaluation et de réduction d'autres impacts :

Impact sur les ressources en eau, sol, santé humaine (émission de pollution), impacts sur les écosystèmes

Emissions directes et indirectes, ressources en matériaux (acier, sable, ciment, ...), déchets générés par le projet et par l'ouvrage

3 – Périmètre du groupe de travail et des recommandations : Vilma Zumbo, Yasmina Boussafir, Bakri Basmaji

Types d'ouvrages géotechniques : terrassements, fondations, soutènements, renforcement de sol, prolongation / réparation des ouvrages (RSO...)

Ouvrages exclus du périmètre : barrages, tunnels

Buses ?

Ouvrages neufs et ouvrages existants, dès lors qu'il y a un projet de réparation / réhabilitation

Périmètre de l'évaluation environnementale en termes chronologiques :

- Reconnaissances/investigations géotechniques et prise en compte des données du projet du maître d'ouvrage : l'impact direct en GES est faible, mais la qualité / quantité des reconnaissances peut avoir un impact important car un défaut de reconnaissance peut conduire à un surdimensionnement, et ne permet pas de faire des comparaisons de différentes solutions de projets.
- Phases de construction : étape pour laquelle on a les outils d'évaluation des impacts (carbon calculators, etc.)
- Phase de service (utilisation, entretien, maintenance) : on parle d'entretien /maintenance prévisible dès la conception (exemple radier drainant versus radier ancré). Durée de service : prendre la durée d'utilisation

Secrétariat Général et correspondance : **INSAVALOR / CFMS – 66 Boulevard Niels Bohr – CS52132 – 69603 VILLEURBANNE Cedex**

Email : cfms.secretariat@geotechnique.org

Site internet : www.geotechnique.org

SIRET : 498 676 022 00011 – APE 9499Z — Association régie par la loi du 01-07-1901



du projet normative, dont une valeur indicative est définie dans Eurocode 0). A priori la phase de service est peu impactante par rapport à la construction mais cela dépend beaucoup du type d'ouvrage : par exemple pas d'entretien pour les pieux, mais entretien / maintenance pour des clous, des tirants d'ancrages...

- Fin de vie (déconstruction, recyclage, ré-emploi) : Définition proposée de la fin de vie : détérioration des composants de l'ouvrage ne permettant plus de garantir les critères de robustesse mécanique sans renforcement majeur de l'ouvrage pour qu'il puisse continuer à assurer ses fonctions. Inciter à prendre en compte la fin de vie, mais on a peu d'éléments (sources de données de facteurs d'émission). Parler de l'instrumentation / reconnaissances des ouvrages existants (incertitudes sur l'état et la géométrie des ouvrages). Possibilité de ré-emploi d'une fondation par exemple, sous réserve de la renforcer. Importance du DOE : dossier des ouvrages exécutés.

4 – Définition de l'impact / empreinte environnementale prise en compte dans le cadre de ce GT :

Myriam Saadé, Charles Bernuy

Liste des indicateurs pris en compte

Les regrouper par ensemble cohérents

Les pondérer

Apprécier l'empreinte en fonction du temps et des phases de vie d'un ouvrage

Evaluation des impacts est à faire le plus tôt possible dans les études (dès G1-PGC/ G2-AVP), d'une part car c'est le moment où on fait les principaux choix de conception.

5 - Outils pour le calcul de l'empreinte : **Charles Bernuy, Aurélien Prugneaud, Bakri Basmaji, Jocelyn Bouchut**

Carbon calculator : recensement des outils existants (la plupart ne prennent en compte que les phases de travaux)

Existe-t-il des outils pour autres impacts (eau, ...) ?

Avantages / inconvénients / limites des outils existants

Pertinence d'élaborer un outil spécifique aux travaux géotechniques ?

6 – Bonnes pratiques pour la réduction de l'empreinte : **Agnès Joseph, Umur Okyay, Roxana Vasilescu, Jean de sauvage, Jocelyn Bouchut (terrassment, traitement)**

Quelques exemples de « bonnes pratiques » :

Contenu de la reconnaissance (cf. guide USG, une page sur les reconnaissances)

Trop d'économies sur les reconnaissances conduit parfois à sur-dimensionner l'ouvrage, ce qui au final augmente l'empreinte environnementale

Critères de dimensionnement parfois trop restrictifs qui vont conduire à un sur-dimensionnement de l'ouvrage et donc à une trop forte empreinte environnementale (exemple des critères de déplacements d'un avoisinant)

Prolonger la vie d'ouvrages existants peut parfois être une « bonne pratique » => Solutions de réparation, réhabilitation de bâtiments ...

Dès la conception : évaluation de la durée de vie, et possibilité de réutiliser l'ouvrage tel quel ou ses composants (possibilité de recyclage)

Suivi, surveillance des ouvrages, avec entretien régulier plutôt que grosses réparations ponctuelles

Impacts évités : prendre l'exemple de la fondation géothermique

Définir les méthodes à privilégier, choix des méthodes d'exécution

7 – Exemples concrets : **référents à désigner au cours d'une prochaine réunion**

Prendre quelques exemples d'ouvrages et calculer leur empreinte environnementale, lister les « bonnes pratiques » (repartir des fiches du guide USG):

Secrétariat Général et correspondance : **INSAVALOR / CFMS – 66 Boulevard Niels Bohr – CS52132 – 69603 VILLEURBANNE Cedex**

Email : cfms.secretariat@geotechnique.org

Site internet : www.geotechnique.org

SIRET : 498 676 022 00011 – APE 9499Z — Association régie par la loi du 01-07-1901



- Terrassements remblai
- Fondations d'un bâtiment
- Sous-sol avec cuvelage ou radier drainant
- Soutènement
- Renforcement de sol

5. Répartition du travail en vue des prochaines réunions

Prochaines réunions :

vendredi **17/02/2023 à 10h (Teams)**

vendredi **17/03/2023 à 10h (Teams)**

Initier la rédaction des chapitres, déposer les fichiers Word dans Teams.

Réfléchir à des cas concrets : fin de vie d'ouvrages

Jocelyn Bouchut propose une présentation concernant un retour d'expérience sur les terrassements et traitements des remblais, pour la réunion du 17/03/2023

oooooooooooooooooooo

20 janvier 2023

Yasmina BOUSSAFIR

La durée de vie d'un ouvrage géotechnique réflexions personnelles ...



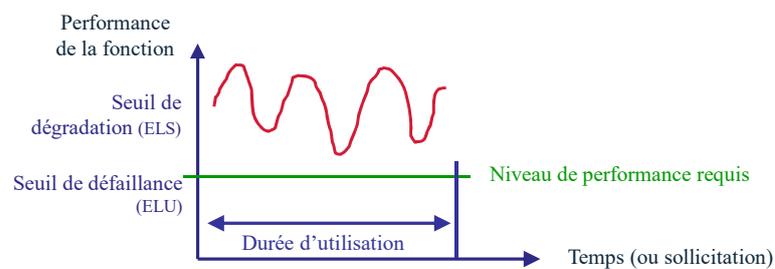
LABORATOIRE SRO
SOLS, ROCHES ET
OUVRAGES GÉOTECHNIQUES

La durée de vie d'un ouvrage

Une donnée qui trouve sa définition dans les Eurocodes NF EN 1990

On parle plus spécifiquement de la **durée d'utilisation du projet** :

« durée pendant laquelle une structure ou une de ses parties est censée pouvoir être utilisée comme prévu, en faisant l'objet de la maintenance escomptée, mais sans qu'il soit nécessaire d'effectuer des réparations majeures »

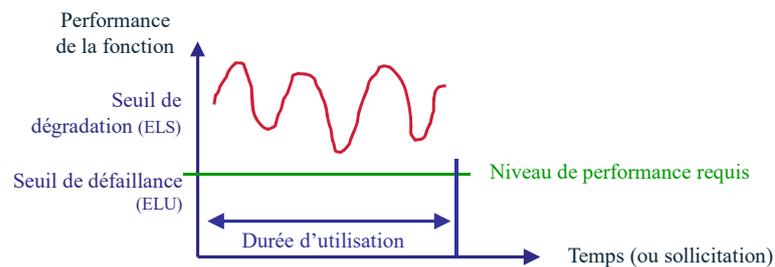


La durée de vie d'un ouvrage

Une donnée qui trouve sa définition dans les Eurocodes NF EN 1990

On parle plus spécifiquement de la **durée d'utilisation du projet** :

La durée d'utilisation est définie par le maître d'ouvrage et prend en compte les différentes situations de projet prévues, pour lesquelles les calculs montreront que le seuil de défaillance ne sera pas atteint durant cette période.



La durée de vie d'un ouvrage

Une donnée qui trouve sa définition dans les Eurocodes NF EN 1990

Quelques exemples de **durée d'utilisation du projet** :

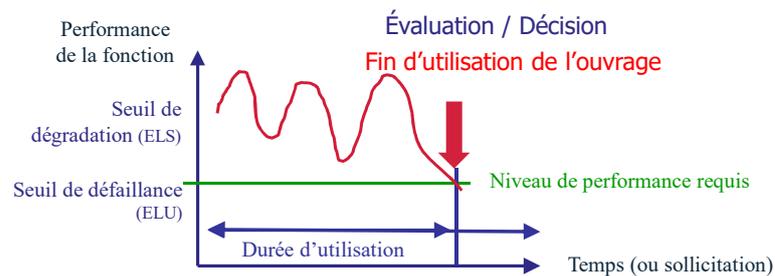
Années	Exemples
10	Structures provisoires
10 à 25	Éléments structuraux remplaçables, par exemple poutres de roulement, appareils d'appui
15 à 30	Structures agricoles et similaires
50	Structures de bâtiments et autres structures courantes
100	Structures monumentales de bâtiments, ponts, et autres ouvrages de génie civil

La durée de vie d'un ouvrage

Une donnée qui trouve sa définition dans les Eurocodes NF EN 1990

Au-delà la **durée d'utilisation du projet**, l'ouvrage cesse d'être en **sécurité**.

Il doit faire l'objet d'une remise en état, d'un renforcement, d'un confortement, etc. La gestion prévisionnelle permet d'évaluer le coût de l'ouvrage et budgéter les travaux, l'arrêt de son exploitation ou son remplacement à neuf.



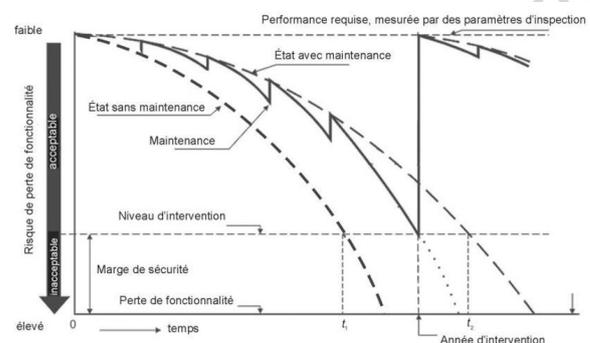
La durée de vie d'un ouvrage

Une donnée qui trouve sa définition dans les Eurocodes NF EN 1990

Pour les ouvrages géotechniques, les durées d'utilisation sont :

- Équivalentes à celles définies pour l'ouvrage qu'ils soutiennent :
 - **Fondations, remblais contigus aux ouvrages d'art, soutènements, etc.**
- Non définies :
 - **Remblais courants, couches de forme, talus, etc.**
- Définies très exactement en fonction des conditions d'environnement et de maintenance
 - **Enrochements**

Présentation des pratiques anglaises, extraites de Environment Agency

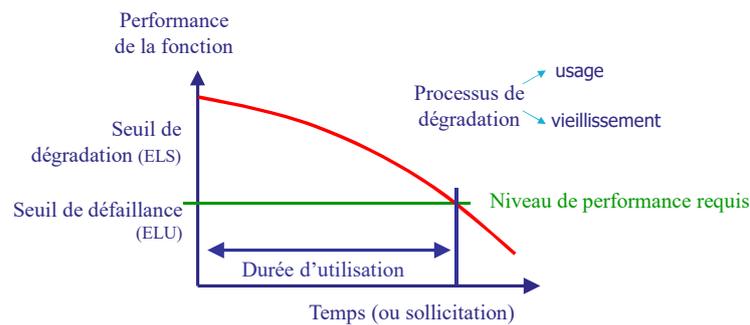


Guide Enrochements, Ciria, 2003

La durée de vie d'un ouvrage

Une notion à croiser avec la Durabilité, définie également dans l'EC

La structure doit être projetée de sorte que sa détérioration, pendant la durée d'utilisation de projet, n'abaisse pas ses performances au dessous de celles escomptées, compte tenu de l'environnement et du niveau de maintenance escompté.

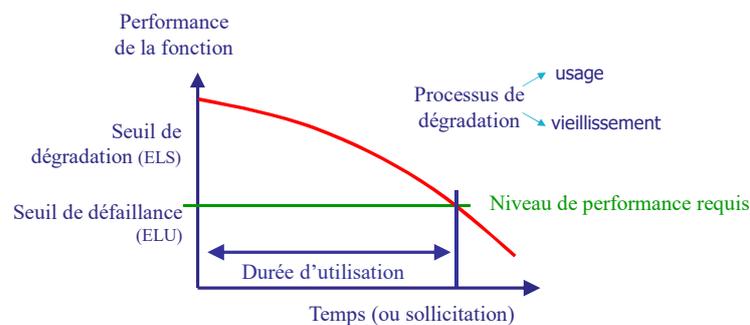


La durée de vie d'un ouvrage

Une notion à croiser avec la durabilité, définie également dans l'EC

Les conditions d'environnement doivent être identifiées dès le stade du projet, afin de déterminer leur effet sur la durabilité et de pouvoir prendre les dispositions permettant d'assurer la protection des matériaux utilisés dans la structure.

Le degré de détérioration peut être estimé sur la base de calculs, d'essais, de l'expérience provenant de constructions antérieures ou d'une combinaison de ces trois moyens.

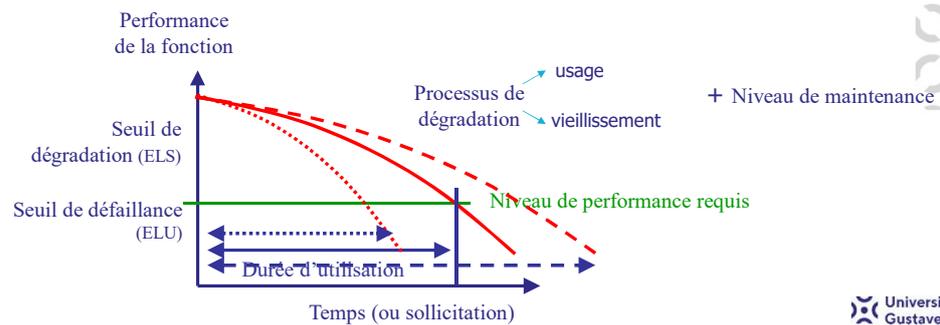


La durée de vie d'un ouvrage

Une notion à croiser avec la durabilité, définie également dans l'EC

Les conditions d'environnement doivent être identifiées dès le stade du projet, afin de déterminer leur effet sur la durabilité et de pouvoir prendre les dispositions permettant d'assurer la protection des matériaux utilisés dans la structure.

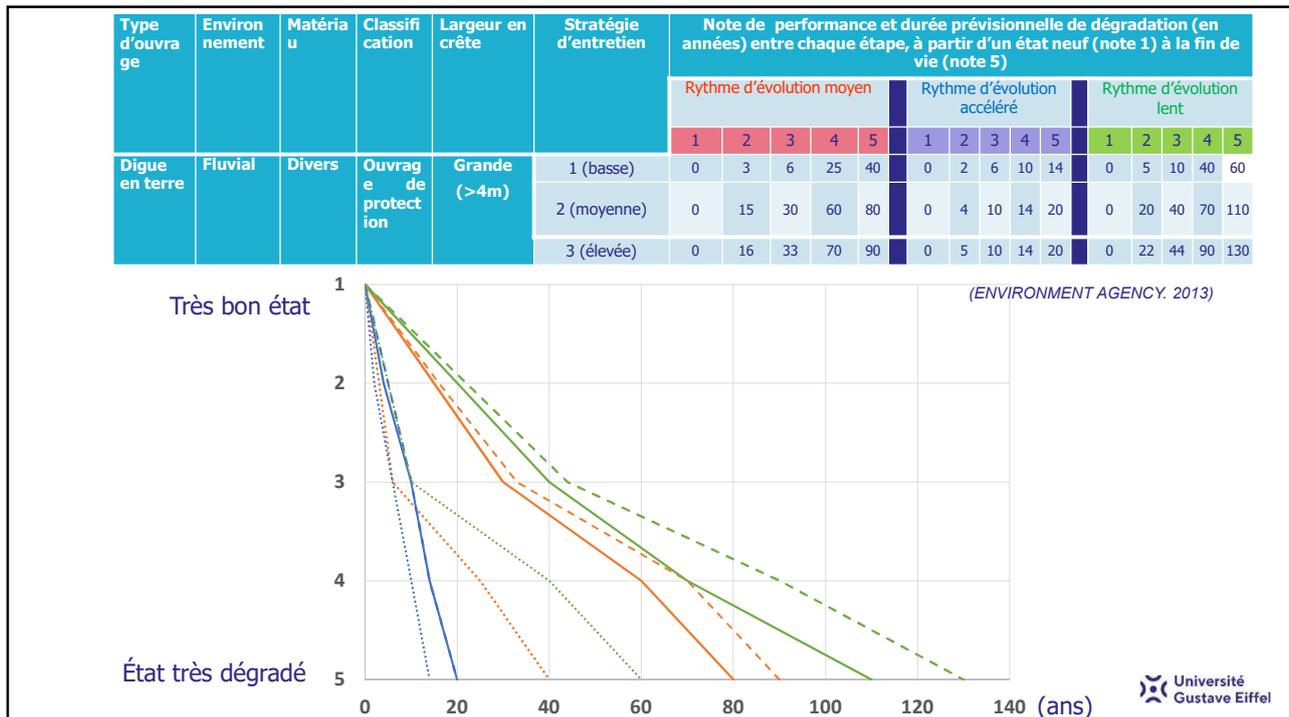
Le degré de détérioration peut être estimé sur la base de calculs, d'essais, de l'expérience provenant de constructions antérieures ou d'une combinaison de ces trois moyens.



Type d'objet	Matériau	Type d'environnement	Objectif	Durée de vie typique (ans)	Durée de vie max.. avec maintenance (ans)	Durée de vie sans maintenance (ans)
Digue en terre ou remblai	Matériau divers, e.g. argile, schiste	Fluvial	Protection construite	50-100	500	100
		Côtier/estuaire	Protection côtière construite	50-100	500	100
	Avec protection ou revêtement en talus/pied	Fluvial	Protection construite	50-100	500	100
		Côtier/estuaire	Protection côtière construite	50-100	500	100

ENVIRONMENT AGENCY. 2013a. *Delivering benefits through evidence. Technical report – FCRM assets : deterioration modelling and WLC analysis. Report SC060078.* 79 pages. ISBN : 978-1-84911-304-5.

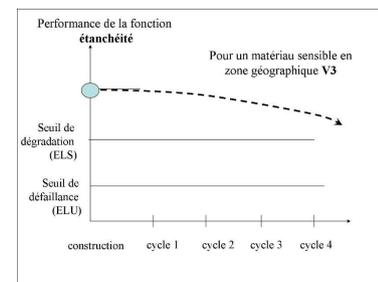
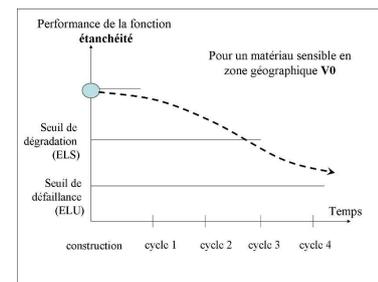
ENVIRONMENT AGENCY. 2013b. *Practical guidance on determining asset deterioration and the use of condition grade deterioration curves : revision 1. Report SC060078/R1*



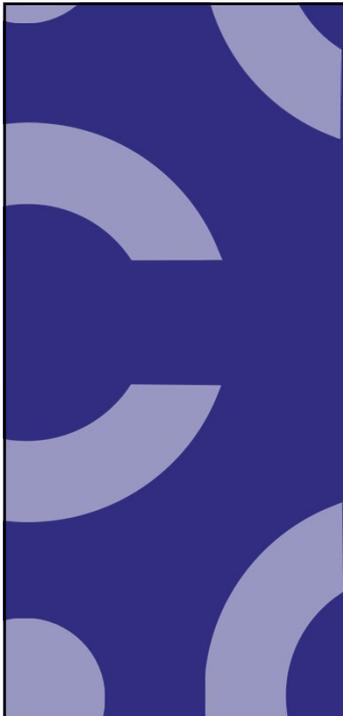
Conclusion

Durée de vie d'un ouvrage

- Notion peu courante en géotechnique, utilisée par défaut
- Le croisement avec la Durabilité, permet de proposer des matériaux et des dimensionnements qui soit adaptés aux conditions d'environnement
 - **Dimensionnement performantiel**
 - **Classement des environnements**
 - **Indicateurs de durabilité pour les matériaux**
- La notion de maintenance/entretien complètement absente et pourtant, mériterait réflexion
 - **Gestion prévisionnelle des actifs**
 - **Techniques d'entretien adaptées**
 - **Techniques de remise en état et réparation adaptée**



(Boussafir et al., 2019) Université Gustave Eiffel



Yasmina BOUSSAFIR
Yasmina.boussafir@univ-eiffel.fr
01.81.66.82.06 - 06.18.75.56.96

 **Université
Gustave Eiffel**