

Le Courrier du CTC

N° 07 - Décembre 2025



Publication
éditée par le CTC

Organisme National de Contrôle Technique de la Construction - www.ctc-dz.org

"Etudie, non pour savoir plus, mais pour savoir mieux."

Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme, de la Ville
et de l'Aménagement du Territoire

MISE EN ŒUVRE DU PROGRAMME DE FORMATION INTERNE



Quatre sessions de formation ont été réalisées, entre le 14 et le 30 décembre 2025, dans le cadre de la mise en œuvre du programme de formation interne, initié par le ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme, de la Ville et de l'Aménagement du Territoire (MHUVAT).

(Page 08)

Séminaires et Conférences Internationales UN DERNIER TRIMESTRE 2025 RICHE EN ÉVÉNEMENTS SCIENTIFIQUES



Partenaire indéfectible et participant actif aux événements scientifiques du secteur, le CTC renouvelle, à chaque fois, son engagement permanent dans la promotion des conférences et autres séminaires considérés comme des espaces d'échange des connaissances de pointe dans le domaine de la construction.

(Page 04)

Étanchéité non traditionnelle en zones montagneuses, urbaines et sahariennes

Apports techniques
des membranes SBS et APP



En tant que contrôleur technique, il est régulièrement constaté que les Cahiers des Clauses Techniques Particulières relatifs à l'étanchéité dans les projets de construction se limitent à une mention du type : « étanchéité à réaliser », sans davantage de précision sur le type de système d'étanchéité à adopter, les performances techniques attendues, ou encore le contexte spécifique du projet.

(Page 09)

L'isolation thermique: enjeux, principes et solutions techniques

Face à l'augmentation continue des besoins énergétiques, à la raréfaction des ressources fossiles et aux exigences croissantes en matière de performance environnementale, l'isolation thermique des bâtiments s'impose aujourd'hui comme un levier majeur de maîtrise de l'énergie.

(Page 27)



SOMMAIRE

RGDC'2025

**1^{er} Séminaire International sur les Risques
Géotechniques et la Durabilité
des Constructions**.....

04

CICOMM'2025

**4^e Conférence Internationale de Construction
Métallique & Mixte**.....

05

INVACO'2025

**6^e Séminaire International sur l'Innovation et
la Valorisation en Génie Civil et Matériaux de
Construction**.....

06

1st-IC-CCRTI'2025

**1^e Conférence Internationale pour des
Infrastructures de Transport Résilientes au
Changement Climatique**.....

07

**Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme, de la Ville et de
l'Aménagement du Territoire**

**Mise en Oeuvre du Programme de Formation
Interne**.....

08

DOSSIER TECHNIQUE

**ALÉAS LIÉS AUX SOLS (GÉORISQUES):
LES MOUVEMENTS DE TERRAIN**.....

13



“Le Courrier du CTC”

Publication professionnelle éditée par le CTC

Organisme National de Contrôle Technique de la Construction

Siège Social: 01, Rue Kaddour Rahim Hussein Dey Alger

Tél: 023 77 25 84 - 023 77 57 78 Fax: 023 77 57 97

www.ctc-dz.org

Directeur Général Responsable de la Publication
MEZIANI Khaled

Diffusion gratuite aux professionnels de la Construction

Édito



M.Khaled MEZIANI
Directeur Général du CTC

L'on peut assurément attester qu'on vient d'achever un dernier trimestre à **forte connotation pédagogique** ; une immersion intellectuelle inéluctablement positive, à bien des égards.

En effet, séminaires, conférences et formations se sont succédé tout au long de cette période, à une fréquence peu ordinaire. Abordant différentes thématiques et problématiques liées à l'acte de bâtir, ces événements scientifiques, **rendez-vous du savoir et passerelles éloquentes des connaissances universelles**, ont fini par imposer une diction bien particulière à l'actualité du secteur de l'Habitat, avec **l'amélioration des compétences comme mot d'ordre de clôture pour l'exercice 2025**.

“LES RENDEZ-VOUS DU SAVOIR” : CES PASSERELLES ÉLOQUENTES DES CONNAISSANCES UNIVERSELLES

Pour preuve, si l'en est besoin, le cycle de formation interne initié par le ministère de tutelle durant ce mois de décembre avec 04 sessions dédiées respectivement aux glissements de terrain et ouvrages de soutènement, matériaux innovants dans le domaine du bâtiment, instruments d'urbanisme, et enfin technique avancée de construction parasismique. Mieux encore, l'on note une dernière touche avec les journées de vulgarisation sur la Norme NA 17004 :2022, dont la dernière séance a été déployée le 31 décembre 2025 ; le tout soutenu et réalisé au sein de l'édifice CTC.

Toujours sur les sentiers du savoir et de l'apprentissage, et durant cette même période, les séminaires et autres conférences internationales ont pris une place de choix sur le nuancier des rencontres scientifiques offrant un large éventail de sujets et de thèmes relatifs aux Risques Géotechniques et Durabilité des Constructions (**RGDC 2025**), Construction Métallique & Mixte (**CICOMM'2025**), l'Innovation et la Valorisation en Génie Civil et Matériaux de Construction (**INVACO'2025**), et en dernier, Infrastructures de Transport Résilientes au Changement Climatique (**IC-CCRTI-2025**).

La richesse et la particularité de ces regroupements pluridisciplinaires est la présence, à la fois et dans le même lieu, d'une élite exceptionnelle comptant professeurs et académiciens émérites, chercheurs universitaires, décideurs et chefs d'entreprises, cadres du secteur, étudiants de différents horizons et porteurs de projets; **la réunion parfaite des “ingrédients de réussite économique” pouvant contribuer à booster, considérablement, l'entrepreneuriat innovant. Absolument !**

RGDC'2025

1^e Séminaire International sur LES RISQUES GÉOTECHNIQUES ET LA DURABILITÉ DES CONSTRUCTIONS



Hôtel El-Aurassi - Alger - 29 et 30-09-2025

Organisé par le
Laboratoire National
de l'Habitat et de la
Construction (LNHC),
le **1^e Séminaire
International sur les
Risques Géotechniques
et la Durabilité des
Constructions
(RGDC'2025)**, s'est tenu
à l'hôtel El-Aurassi, Alger,
le 29 et 30 septembre
2025.

Cette rencontre a réuni, deux
jours durant, chercheurs,
professionnels et décideurs
pour débattre de la gestion des
risques géotechniques, les
matériaux et procédés
innovants, les technologies
numériques et la construction
durable face aux défis
climatiques et
environnementaux.

Dans un contexte mondial marqué par l'intensification des aléas
naturels , les risques géotechniques ne doivent plus être
considérés comme une menace isolée mais comme une
composante centrale et intégrale du processus de conception
durable visant une résilience accrue des infrastructures.

Objectifs du séminaire:

- Créer un espace d'échange scientifique autour de la gestion des
risques géotechniques ;
- Valoriser le rôle clé de la géotechnique dans la prévention et
l'atténuation des Géorisques ;
- Renforcer la coopération scientifique internationale en matière
de gestion des Géorisques ;
- Promouvoir l'intégration des technologies de pointe
(Télédétection, SIG, IA, IoT, ...) ;
- Impulser l'utilisation des matériaux et procédés innovants ;
- Mettre en valeur les bonnes pratiques en géotechnique.



séminaires, conférences...

CTC
S
P
O
N
S
O
R



CICOMM'2025 4^e Conférence Internationale de Construction Métallique & Mixte

L'utilisation de l'acier dans le secteur de la construction, que ce soit en tant que matériau principal ou en combinaison avec d'autres, connaît une évolution constante. Ses qualités mécaniques et sa facilité de mise en œuvre en font un choix prisé. Il répond efficacement aux attentes des architectes en s'adaptant aux structures complexes et aux grandes portées. Cette évolution, conjuguée aux progrès dans les techniques de fabrication, les méthodes de calcul et les impératifs environnementaux, favorise une utilisation plus raisonnée de l'acier dans la construction. Pour répondre aux exigences toujours plus élevées en termes de performances structurelles, une compréhension approfondie du comportement du matériau, des éléments, des assemblages et des structures est essentielle.

Dans ce contexte, l'Ecole Nationale Polytechnique (ENP, Alger), en collaboration avec l'Université Clermont Auvergne, l'Université de Tlemcen et le CNERIB, a organisé, le 26 et 27 octobre 2025, la quatrième édition de la Conférence Internationale de Construction

Métallique et Mixte (CICOMM'25). Cette initiative vise à dresser un état des lieux de la recherche dans le domaine de la



ENP - El Harrach - Alger - 26 & 27-10-2025

construction métallique et mixte, aussi bien en Algérie que dans le monde. Cette rencontre succède aux éditions antérieures tenues respectivement à l'Université de Tlemcen (2015), à l'USTHB d'Alger (2018) et à l'USTO-MB (2023).

La conférence CICOMM'25 a réuni les spécialistes du domaine, universitaires, professionnels et autres scientifiques des différentes universités, écoles et centres de recherches, pour débattre et mettre en lumière tous les aspects de la construction métallique, de la conception à la réalisation, en intégrant les enjeux du contrôle, du développement durable, de la réemployabilité des matériaux et de la construction modulaire.

Cet événement a également abordé les avancées technologiques et scientifiques, tant en Algérie qu'à l'échelle mondiale, concernant l'utilisation du métal dans divers secteurs de la construction, notamment les bâtiments et les ouvrages d'art.

THÈMES

- Axe 1 :** Stabilité des structures et profilés formés à froid
- Axe 2 :** Assemblages
- Axe 3 :** Constructions mixtes (acier-béton, acier-bois, acier...)
- Axe 4 :** Comportement en situations extrêmes (incendie, séisme, ...)
- Axe 5 :** Structures industrielles et ponts
- Axe 6 :** Développement durable (énergie, réemploi, environnement, réhabilitation...)
- Axe 7 :** Architecture et mixité des matériaux
- Axe 8 :** Construction métallique et technologies innovantes (BIM, conception automatique, IA)
- Axe 9 :** Formation et enseignement de la construction métallique et mixte.

INVACO'2025

6^e Séminaire International sur l'Innovation et la Valorisation en Génie Civil et Matériaux de Construction



USTHB - Alger - 11, 12 et 13-11-2025



Principaux axes développés :

Thème 1 : Géotechnique
(routes, voies ferrées, génie
parasismique)

Thème 2 : Amélioration et
renforcement des sols

Thème 3 : Matériaux de
construction à faible impact
environnemental

Thème 4 : Matériaux
innovants

Thème 5 : Pathologies de la
construction et matériaux de
renforcement

Thème 6 : Vulnérabilité,
risques sismiques et stabilité
dynamique des structures

Organisé par le Laboratoire Environnement, Eau, Géomécanique et Bâtiment (LEEGO) de la Faculté de Génie Civil de l'Université des Sciences et Technologies Houari Boumediene (USTHB) et la Société Algérienne de Géotechnique (ALGEOS), le 6^e Séminaire International sur l'**INNOVATION ET LA VALORISATION DES MATÉRIAUX DE GÉNIE CIVIL ET DE CONSTRUCTION (INVACO'2025)** s'est tenu les 11, 12 et 13 novembre 2025 à l'USTHB - Alger. Il fait suite à la cinquième édition organisée par l'ISSET Sfax en novembre 2022 à Hammamet, en Tunisie.

La sixième édition de ce séminaire a regroupé des cadres d'entreprises, d'administrations publiques, de bureaux d'études, d'organismes de contrôle, des chercheurs universitaires, des enseignants et des étudiants. Cet événement a offert un espace d'échange sur les différents besoins et les dernières évolutions dans le domaine des sciences de la construction. Les thèmes abordés ont touché essentiellement les grands classiques du génie civil, à savoir : les matériaux de construction, les structures et la géotechnique.



Il est à noter que la journée du 13-11-2025 a été consacrée à une formation intitulée: **“Géotechnique appliquée aux projets de construction, de l'ouvrage au sinistre, et rôle de l'expert géotechnicien”**

séminaires, conférences...

Le changement climatique représente une menace sérieuse pour les infrastructures de transport. Les routes, les chemins de fer, les aéroports et les ports subissent déjà, dans de nombreux pays, des effets d'événements météorologiques extrêmes tels que des tempêtes majeures, des pluies torrentielles, des vagues de chaleur et l'élévation du niveau de la mer. Selon les experts du climat, ces phénomènes



deviendront de plus en plus fréquents et intenses à l'avenir.

L'expérience de certains pays développés a montré que la protection des infrastructures de transport face au changement climatique peut tirer parti des avancées technologiques et numériques modernes, des matériaux innovants, des systèmes de surveillance intelligents et des pratiques durables éprouvées. Ces leviers permettent de développer des réseaux de transport sûrs et résilients.

À l'instar de nombreux pays, l'Algérie est particulièrement vulnérable aux conséquences du changement climatique, qui menacent ses infrastructures. Des mesures urgentes sont nécessaires pour leur protection.

1st-IC-CCRTI'2025 Conférence Internationale : Infrastructures de Transport Résilientes au Changement Climatique



Cette première édition de la conférence internationale, tenue à l'ENSTP-Kouba, Alger, du 22 au 24 novembre 2025, a réuni des ingénieurs, des spécialistes des transports, des décideurs du secteur, des

chercheurs et des universitaires de différents pays afin de discuter, d'échanger des informations, de partager des résultats de recherche et des expériences avec l'objectif de développer une compréhension commune des concepts de résilience des infrastructures de transport et de dresser un état des lieux des pratiques internationales en matière d'adaptation des réseaux de transport au changement climatique.

THEMES DE LA CONFERENCE

Thème 1: Infrastructures de Transport et changement climatique

Thème 2: Changement climatique et bilans hydriques pour l'étude des infrastructures de transport ; Cartographie des catastrophes naturelles avec études d'impacts sur les infrastructures de transport stratégiques ; Mesures de protection du réseau infrastructures de transport contre les inondations

Thème 3: Fortes pluies, érosion, glissements de terrain, coulées de débris ; Hydrodynamique, affouillement des piles de ponts

Thème 4: Adaptation des infrastructures de transport aux températures extrêmes, géotechnique des infrastructures et aléas sécheresse et ensablement

Thème 5: Prévision de la houle / Processus de protection des infrastructures maritimes aux conséquences du changement climatique

Thème 6: Eco-Matériaux innovants pour des infrastructures de transport plus résilientes

Thème 7: Technologies numériques avancées et big-data (IA, IoT, ...) pour des solutions d'adaptation climatique pour les infrastructures de transport

Thème 8: Retours d'expérience et études de cas

Thème 9: Systèmes de surveillance et d'alerte, Gestion des risques, Résilience sociale, politique, plans ORSEC

Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme, de la Ville
et de l'Aménagement du Territoire

MISE EN ŒUVRE DU PROGRAMME
DE FORMATION INTERNE



Salle de Conférences "KHAOUA Mohamed" Siège DG-CTC, Alger - 14/12/2025

Quatre sessions de formation ont été réalisées, entre le 14 et le 30 décembre 2025, dans le cadre de la mise en œuvre du programme de formation interne, initié par le ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme, de la Ville et de l'Aménagement du Territoire (MHUVAT).

Tenues en présentiel, au niveau de la salle de conférences "KHAOUA Mohamed", de la Direction Générale du CTC à Alger, ces journées ont été également diffusées et suivies, simultanément, en visioconférence, par l'ensemble des cadres du secteur construction invités aux sièges des Agences et Centres de Diagnostic et Expertise du CTC, répartis sur l'ensemble des 58 wilayas du pays.

Il est à rappeler que ce programme de formation, assuré par des animateurs issus, respectivement, du CTC, CNERIB, ANURB et CGS, a été mis sur pied pour renforcer les compétences et l'expertise des cadres du secteur de l'Habitat, et ce au niveau national.



Date	Organisme	Thème
14-12-2025	Organisme National de Contrôle Technique de la Construction (CTC)	GLISSEMENTS DE TERRAIN ET OUVRAGES DE SOUTÈNEMENT
18-12-2025	Centre National d'Études et de Recherches Intégrées du Bâtiment (CNERIB)	UTILISATION DES MATERIAUX INNOVANTS DANS LE DOMAINE DU BATIMENT ET DE LA CONSTRUCTION
24-12-2025	Agence Nationale de l'Urbanisme (ANURB)	INSTRUMENTS D'URBANISME
30-12-2025	Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique (CGS)	TECHNIQUE AVANCEE DE CONSTRUCTION PARASISMIQUE

Étanchéité non traditionnelle en zones montagneuses, urbaines et sahariennes

Apports techniques des membranes SBS et APP

Par
M.Abdelkrim NEMIRI Directeur Agence Dely Ibrahim DRC - CTC

1- L'importance du choix des systèmes d'étanchéité dès la phase de conception :

En tant que contrôleur technique, il est régulièrement constaté que les CCTP (Cahiers des Clauses Techniques Particulières) relatifs à l'étanchéité dans les projets de construction se limitent à une mention du type : « étanchéité à réaliser », sans davantage de précision sur :

- Le type de système d'étanchéité à adopter (bitumineux, synthétique, liquide, etc.) ;
- Les performances techniques attendues (souplesse à froid, résistance au poinçonnement, durabilité, comportement au feu, etc.);
- Le contexte spécifique du projet (conditions climatiques, accessibilité de la toiture, nature du support, exposition, usage final, etc.).

Cette approche approximative en phase de conception engendre de nombreuses difficultés en phase d'exécution, notamment en matière de conformité, de choix de matériaux ou de mise en œuvre. À moyen terme, cela peut également générer des désordres en phase d'exploitation (infiltrations, vieillissement prématuré, incompatibilité des matériaux...).

Afin de sensibiliser les maîtres d'ouvrage et les concepteurs sur l'importance de la précision des CCTP, nous présenterons dans l'article suivant deux systèmes majeurs d'étanchéité couramment utilisés dans le bâtiment. Ces exemples permettront d'illustrer les caractéristiques, les avantages et les limites de chaque procédé, tout en soulignant l'importance de leur choix en fonction du contexte du projet.

2- Contexte et problématique :

Le recours aux systèmes d'étanchéité traditionnels à base de bitume oxydé, souvent privilégié par les maîtres d'ouvrage pour leur simplicité et leur coût initial réduit,

peut s'avérer contraignant à moyen et long terme. En effet, ces procédés présentent des limites techniques marquées lorsqu'ils sont exposés à des conditions extrêmes :

- Fissuration à basse température ($< 0^{\circ}\text{C}$), entraînant une perte d'étanchéité ;
- Ramollissement à haute température ($> 70^{\circ}\text{C}$), avec risques de fluage et de déformation ;
- Dégradation accélérée sous l'effet des rayonnements UV, réduisant la durée de vie du système.

Ces contraintes se traduisent par une durabilité réduite et des opérations de maintenance plus fréquentes, ce qui compromet la pérennité de l'ouvrage et peut engendrer des surcoûts en exploitation.

C'est pourquoi, afin de répondre aux exigences actuelles de performance et de longévité, des solutions alternatives à base de bitumes modifiés par polymères (SBS et APP principalement) sont aujourd'hui privilégiées dans de nombreux projets de construction.

3- Définitions :

3-1- SBS - Styrène - Butadiène - Styrène :

Le SBS (Styrène - Butadiène - Styrène) est un type d'étanchéité spécifié dans le DTR E4.1 (2017) –Étanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées.

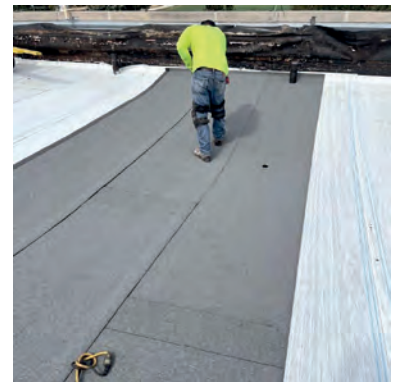
Il s'agit d'un copolymère élastomère thermoplastique utilisé comme modifiant du bitume afin d'améliorer ses performances. Grâce à sa structure, le SBS associe la souplesse et l'élasticité du caoutchouc à la résistance mécanique et à la stabilité du plastique, ce qui en fait un matériau particulièrement adapté aux systèmes d'étanchéité exposés à des variations de température et à des contraintes de déformation.

Caractéristiques principales :

- Très grande élasticité, même à basse température.
- Souplesse améliorée, permettant de suivre les mouvements de la structure.
- Adapté aux régions froides ou sujettes aux déformations (toitures-terrasses, joints, ouvrages exposés à des variations structurelles).
- Bonne adhérence sur supports variés.



Déroutage et soudure au chalumeau d'une membrane SBS sur une toiture (Fig.1)



Membrane SBS finie (Fig.2)

3-2- APP - Polypropylène Atactique (Atactic PolyPropylene) :

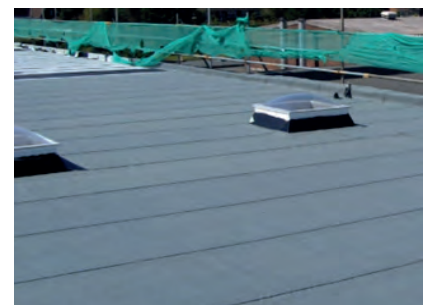
L'APP est un plastomère (polymère thermoplastique) ajouté au bitume pour améliorer sa résistance thermique.

Caractéristiques principales

- Excellente stabilité thermique (point de ramollissement élevé).
- Bonne résistance aux UV et au vieillissement.
- Plus rigide que le SBS à basse température.
- Moins souple, donc moins adapté aux supports très déformables.
- Toitures en climat chaud ou fortement exposées au soleil, ouvrages avec contraintes thermiques importantes (terrasses techniques, locaux non accessibles).



Pose de membrane APP sur une toiture (Fig.3)



Membrane APP finie, (Fig.4)

4- Références normatives :

Normes algériennes (NA)

Norme NA	Intitulé
NA 2037	Étanchéité – Membranes bitumineuses – Exigences générales
NA 2617 (1992)	Détermination du point de ramollissement (méthode anneau et bille)
NA 5192 (1993)	Détermination de la pénétrabilité à l'aiguille
NA 5223 (1993)	Détermination de la ductilité

Normes européennes (EN)

Norme EN	Intitulé
EN 13707	Produits d'étanchéité pour toitures – Feuilles bitumineuses – Définition des produits et spécifications
EN 13969	Feuilles bitumineuses – Étanchéité des parois enterrées
EN 14695	Étanchéité des ponts et ouvrages d'infrastructure – Feuilles bitumineuses
EN 12311-1	Détermination de la résistance à la traction des membranes bitumineuses
EN 1109	Détermination de la flexibilité à basse température
EN 1110	Résistance au fluage à haute température
EN 1296	Vieillessement artificiel par exposition à la chaleur
EN 1928	Étanchéité à l'eau (méthode de test)

5- Systèmes d'étanchéité selon le contexte climatique

5-1 Zones montagneuses : froid, neige, gel/dégel

- Températures pouvant descendre à -20°C à -30°C.
- Fortes charges de neige.
- Cycles gel/dégel fréquents : jusqu'à 50 cycles/an.
 - **Solution technique : Membranes SBS**
- Allongement à la rupture : > 1500 % (EN 12311-1). NA 17255 (2013)
- Température de flexion à froid : jusqu'à -25°C voire -30°C (EN 1109).
- Résistance à la traction : > 600 N/50 mm (EN 12311). NA 17255 (2013)
- Durée de vie estimée : 25 à 30 ans en conditions sévères.

Les membranes SBS sont posées en deux couches soudées à la flamme, ce qui permet une étanchéité continue sans joints. Elles s'adaptent bien aux structures en bois ou aux toitures inclinées.

5-2 Zones urbaines : chaleur, accessibilité, densité

- Températures d'été jusqu'à 45°C en toiture (effet îlot de chaleur urbain).
- Accessibilité réduite sur les toitures-terrasses.
- Normes environnementales (HQE, LEED).
 - **Solution technique : Membranes APP**
- Point de ramollissement : ≥ 150°C (EN 1110).
- Résistance aux UV : excellente, en pose apparente avec finition minérale.
- Résistance à la traction : entre 500 et 900 N/50 mm. (EN 12311). NA 17255 (2013)
- Allongement : > 40 % (inférieur aux SBS mais suffisant pour les structures rigides).

Les membranes APP sont recommandées sur les toitures plates avec exposition solaire directe. Elles peuvent être posées avec une finition réfléchissante claire, réduisant la température de surface de 20 à 30°C, ce qui contribue à l'efficacité énergétique.

5-3 Zones sahariennes : chaleur extrême, vent, sable

- Températures au sol jusqu'à 50–70°C en été.
- Vents de sable abrasifs (> 100 km/h).
- Fortes amplitudes thermiques : ±40°C/jour.
 - Membranes APP aluminisées ou minérales claires
- Variation dimensionnelle après vieillissement thermique : < 0.5 %.
- Maintien de l'étanchéité après 1 000 h d'exposition UV (EN 1297).
- Stabilité dimensionnelle à +140°C sans fluage.
- Réduction de l'absorption thermique.

Zone / Contexte	Contraintes	Solution Technique	Caractéristiques principales	Conclusion
Montagneuse (froid, neige, gel/dégel)	- Températures : -20 °C à -30 °C - Charges de neige importantes - Cycles gel/dégel (≈ 50/an)	Membranes SBS (bicouche soudée)	- Allongement > 1500 % (EN 12311-1, NA 17255:2013) - Flexion à froid : -25 °C à -30 °C (EN 1109) - Traction > 600 N/50 mm - Durée de vie : 25–30 ans	Idéal pour environnements froids et soumis aux mouvements de structure
Urbaine (chaleur, accessibilité, densité)	- Températures toiture jusqu'à 45 °C - Accessibilité réduite - Normes HQE/LEED	Membranes APP	- Point de ramollissement ≥ 150 °C (EN 1110) - Excellente résistance aux UV - Traction : 500–900 N/50 mm - Allongement > 40 % (suffisant pour structures rigides) - Finition claire = -20 à -30 °C en surface	Recommandé pour toitures plates exposées et projets à dimension énergétique
Saharienne (chaleur extrême, vent, sable)	- Température sol 50–70 °C - Vents de sable > 100 km/h - Amplitudes thermiques ±40 °C/jour	APP aluminisé/minéral clair PEHD (ouvrages spécifiques)	- Variation dimensionnelle < 0,5 % après vieillissement (ITECH-BTP 2021) - Maintien étanchéité après 1000 h UV (EN 1297) - Stabilité à +140 °C sans fluage	APP aluminisé = solution privilégiée en climat désertique PEHD adapté pour citernes et soubassements

Tableau.1. Comparatif des systèmes d'étanchéité SBS/APP selon le contexte climatique

6- Conclusion :

Le choix des systèmes d'étanchéité ne peut se limiter à une simple mention générique dans les CCTP. Les membranes bitumineuses modifiées, qu'il s'agisse du SBS ou de l'APP, offrent aujourd'hui des performances largement supérieures aux solutions traditionnelles, à condition d'être sélectionnées en adéquation avec le contexte climatique, la nature du support et les contraintes d'exploitation. Cette exigence est particulièrement importante en Algérie, pays caractérisé par une diversité climatique exceptionnelle : des zones froides de montagne, des régions tempérées du littoral et des zones sahariennes parmi les plus chaudes au monde.

Opter pour un système inadapté, c'est prendre le risque de désordres précoces (infiltrations, fissurations, décollements), avec des conséquences financières et un impact direct sur la durabilité du bâti. À l'inverse, une prescription réfléchie et adaptée permet non seulement d'assurer la pérennité des ouvrages dans leur environnement spécifique, mais également de garantir des économies à long terme grâce à la réduction des interventions de maintenance.

À travers cet article, nous attirons l'attention des maîtres d'ouvrage : une conception efficace et durable passe par des choix techniques éclairés dès la phase de conception. L'étanchéité n'est pas un détail secondaire, mais bien un facteur déterminant pour la qualité et la longévité des constructions.

Dossier Technique

ALÉAS LIÉS AUX SOLS (GÉORISQUES) **LES MOUVEMENTS DE TERRAIN**



Par
M. Toufik BENHAMMOUCHE Directeur de Projet SIG (DTM-DG-CTC)

1. DESCRIPTION DU PHENOMENE :

Les mouvements visés par ce document sont des mouvements gravitaires qui affectent les talus et les versants naturels, appelés communément "glissements de terrains". Ces mouvements sont extrêmement variés par leur dimension, leur morphologie et leur évolution cinématique.

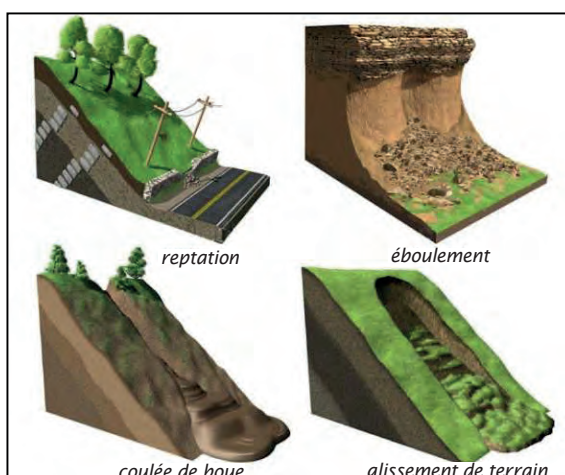
De nombreuses classifications ont été proposées, fondées sur différents critères : morphologie, cinématique, nature des matériaux, ...etc.

A ce titre, on peut distinguer quatre (04) familles principales de phénomènes, à l'origine de déplacements importants de matériaux sur les talus et versants :

— les **glissements** en terrain meuble, caractérisés par la formation d'une surface de rupture le long de laquelle se produisent les déplacements (cette surface de rupture peut être plane, circulaire, de forme composée ou quelconque) ;

— les mouvements sans surface de rupture (**fluage ou reptation**) qui est un mouvement lent, sur faible pente, non limitée par une surface de rupture clairement identifiée, mais par une zone de transition avec le massif stable ;

— les **éboulements** en terrain rocheux, engendrés par le détachement rapide, en général le long de discontinuités préexistantes, d'une masse de rocher qui se disloque lors de sa propagation vers le pied du versant ;



— les **coulées boueuses** ou coulées de débris, assimilables à l'écoulement d'un fluide visqueux charriant des éléments de tailles diverses (depuis les fines jusqu'aux blocs) sur des distances parfois importantes.

Aléas Liés aux Sols (Géorisques)
Les Mouvements
de Terrain
(suite)

2. FACTEURS DE PREDISPOSITION ET DE DECLANCHEMENT :

Le processus d'instabilité d'une pente dépend de plusieurs facteurs :

- sa géométrie,
- la résistance au cisaillement des sols ou des roches,
- la pression interstitielle,
- les sollicitations extérieures (climatiques et anthropiques).

On distingue deux catégories de facteurs, des facteurs permanents (conditionnant ou de prédisposition) et des facteurs aggravants (déclenchant).

• LES FACTEURS DE PREDISPOSITION :

- La lithologie, aussi bien par la nature des matériaux (qualités mécaniques des matériaux) que par la structure (direction et pendage des couches, plans de schistosité) ;
- La pente (combinaison de la gravité et de l'appel au vide) ;
- Le relief, par sa composante altimétrique (plus l'altitude augmente, plus le risque d'occurrence de mouvement de terrain est présent) ;
- La proximité d'un réseau de drainage ou de résurgences d'eau ;
- L'activité tectonique, qui peut conditionner ou déclencher un mouvement de masse au niveau de la zone de broyage des failles.

• LES FACTEURS DECLENCHANT :

- Les conditions climatiques telles que les précipitations et la fonte des neiges, qui diminuent la résistance au cisaillement et rendent les terrains gorgés d'eau plus plastiques, ce qui a pour conséquence directe le déplacement de la masse sous son propre poids ;
- La sismicité, qui peut provoquer de petits écroulements, voire un véritable mouvement de masse à partir d'une certaine magnitude ;
- Les cours d'eau et les résurgences, dont l'action érosive engendre souvent une déstabilisation des versants. L'action de l'eau peut être aussi de nature chimique lorsqu'elle entraîne une altération des matériaux (oxydo-réduction, hydrolyse, dissolution) ;
- Des actions d'origine anthropique (terrassements, surcharge, explosion, déboisement, rejets d'eau, ...).

3. MANIFESTATION DES DESORDRES :

l'ampleur des désordres dépend de l'importance du mouvement, de son extension et de sa célérité. Ils peuvent concerner les gros-œuvres, les seconds-œuvres ou les aménagements extérieurs :



Fissuration ou effondrement complet de constructions



Déformation, fissuration ou rupture d'ouvrages de soutènement



Affaissement, fissuration ou effondrement partiel ou complet d'infrastructures (routes, chemins de fer, réseaux enterrés ou aériens, barrages, ...).



Rupture de talus ou de versants



Obturation de cours d'eau ou création de zones de rétention, en provoquant des inondations

4. ETUDE ET CARACTERISATION:

Selon le DTR BC 2.32 « Méthodes de sondages et d'essais des sols », la présence de pentes instables peut constituer un cas d'espèce, qui peut nécessiter la réalisation d'une étude géotechnique spécifique approfondie.

Le DTR BC 2.48 « Règles Parasismiques Algériennes » (RPA 2024) dans son article 10.3 indique que « Les talus et les versants naturels ou artificiels dans leur configuration en fin de projet doivent rester stables sous l'action sismique, compte tenu des charges apportées par les constructions éventuelles ».

En général l'ingénieur est amené à traiter un problème de stabilité des pentes dans diverses circonstances et avec plusieurs missions:

- **versant naturel en mouvement (lent)** : prévision d'évolution, stabilisation (d'une partie ou de la totalité, provisoire ou définitive), adaptation d'un projet en conséquence, mise en place d'une surveillance ;

- **glissement avec rupture consommée** : stabilisation du site, réparation de l'ouvrage endommagé ;

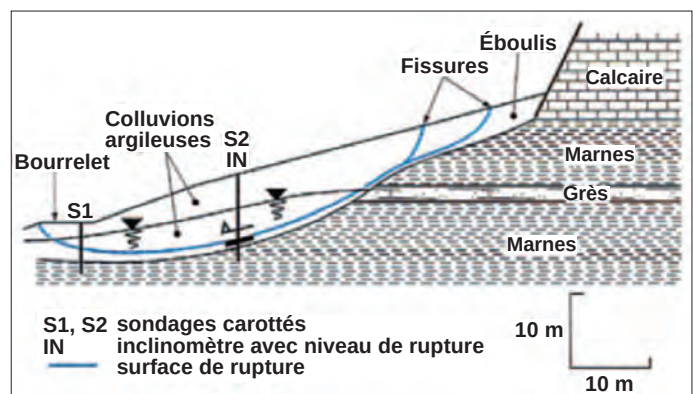
- **création de remblais ou de déblais en terrain stable** : dimensionnement des talus, avec renforcement si nécessaire ; cas des barrages en terre (stabilité des talus

amont et aval) ; cas des remblais sur sol mou (évaluation de la stabilité d'ensemble, dé finition du mode de construction);

- **travaux neufs dans un versant stable ou tout juste stable** : définition des précautions à prendre pour ne pas le déstabiliser.

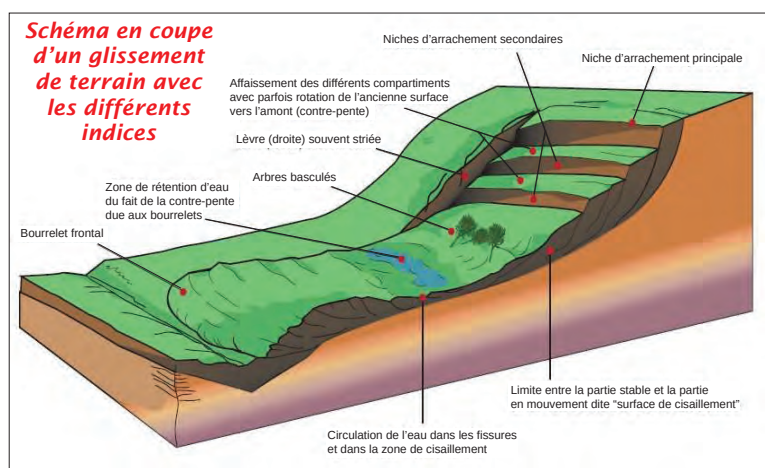
Une étude de stabilité de pentes s'effectue par étapes, en récoltant l'ensemble des données géologiques, morphologiques et géotechniques, qui vont faire l'objet, en général, d'une représentation sur un fond de plan et sur une ou plusieurs coupes longitudinales. Un modèle géotechnique est construit pour les calculs de stabilité, dans lequel la surface topographique, les différentes couches de sol et les hypothèses hydrauliques sont définies.

Modèle géotechnique d'un glissement de terrain



• La première étape d'une étude de stabilité des pentes est l'établissement de la structure géologique du site : nature des terrains et du substratum, épaisseur des formations superficielles, présence de failles, etc. Il est important que l'étude géologique s'étende sur une zone plus large que l'emplacement précis de la zone instable ou du site du projet.

Sur un site potentiellement instable, on recherchera des indices de mouvements anciens ou actifs, tels que moutonnements de la pente, zones humides, arrachements superficiels, fissures dans les constructions rigides, etc.



Aléas Liés aux Sols (Géorisques)
Les Mouvements
de Terrain
(suite)

● L'étude hydrogéologique est très importante, elle a pour but de connaître la répartition des pressions interstitielles dans le sol, leur évolution dans le temps et, en prévision de la réalisation d'un drainage, le fonctionnement des nappes (sens des écoulements, alimentation...). Le suivi des paramètres doit se faire pendant une année au minimum, afin de disposer d'une image représentative des conditions hydrogéologiques du site.

● L'étude mécanique des glissements suppose l'estimation de la résistance au cisaillement mobilisée le long d'une surface de rupture. Le comportement au cisaillement d'un sol fin est différent selon que l'on laisse ou non le temps aux surpressions interstitielles de se dissiper lors du cisaillement ; on est donc amené à distinguer la résistance à court terme (non drainée) et la résistance à long terme (drainée). Dans un calcul de type long terme, les contraintes à considérer sont les contraintes effectives ($\sigma' = \sigma - u$), car ce sont celles qui gouvernent le comportement du squelette solide du sol. Dans un calcul à court terme, il est plus simple de raisonner en contraintes totales dans toutes les couches de sols fins.

Les caractéristiques de résistance à utiliser sont différentes selon qu'il s'agit de glissements nouveaux (valeur de pic) ou de réactivations de glissements anciens (valeur résiduelle).

● L'étude cinématique est la délimitation en plan et en profondeur du volume du terrain en mouvement. Pour cela, on peut utiliser divers instruments, en particulier les nivelles et les inclinomètres. Les nivelles servent à mesurer les rotations d'une plaque support sur l'horizontale; la plaque est fixée sur un ouvrage ou sur un plot scellé dans le sol. La mesure inclinométrique, réalisée au moyen d'une sonde descendue dans un tube nervuré et scellé dans un forage, fournit l'inclinaison sur la verticale du tube et, par intégration, sa déformation ; elle permet en particulier de déterminer la profondeur de la surface de rupture.

L'étude cinématique permet aussi d'obtenir un ordre de grandeur de la vitesse de mouvement, d'analyser la sensibilité aux facteurs extérieurs, ou de contrôler l'efficacité d'une stabilisation.



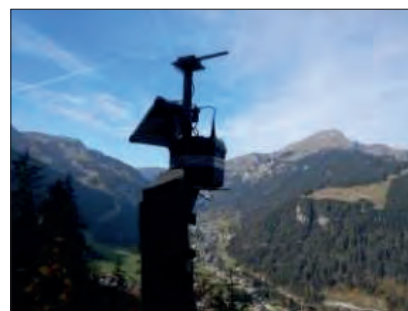
Nivelle micrométrique



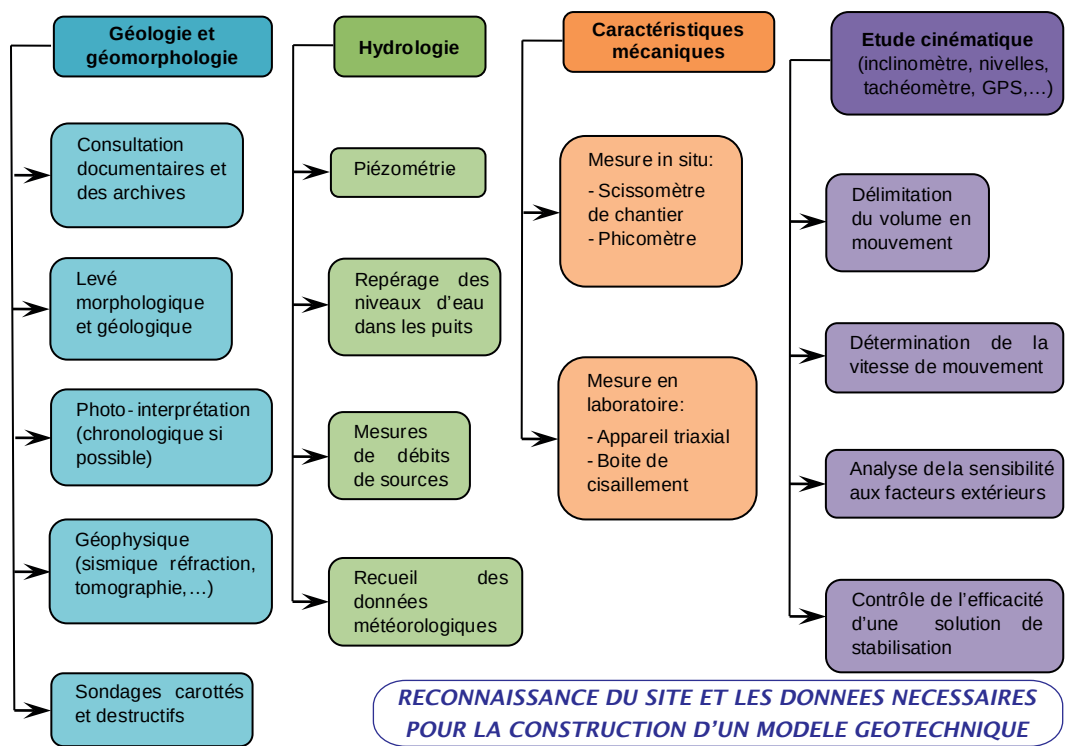
Sonde inclinométrique



Sonde inclinométrique



Station GPS



**QUELQUES MOYENS DE MESURES UTILISÉS
POUR LA SURVEILLANCE OPÉRATIONNELLE DES SITES INSTABLES**

Grandeurs physiques	Moyens	Applications
Déplacement et déformation	Fissuromètre, Extensomètre, Mire à vernier	Ouverture d’une fissure entre deux blocs
	Distancemètre	Distance d’un point par rapport à un point de référence
	Pendule inverse	Déplacement transversal de la surface par rapport à une zone scellée en fond de trou
	Fibre optique	Déformations réparties sur un grand linéaire
	Tachéomètre	Position relative d’un point dans l’espace
	GPS	Positions relative et absolue d’un point
	RADAR	Distance d’une multitude de points par rapport à un point de référence
Rotation	Scanner laser	Position d’une multitude de points
	Clinomètre (dont nivelle)	Rotation par rapport à l’horizontale
	Inclinomètre	Rotation par rapport à la verticale
Vibration	Vélocimètre / Accéléromètre	Vitesse / Accélération particulière
	Géophone	Vitesse particulière
Précipitation	Pluviomètre	Hauteur de pluie
	Nivomètre	Hauteur de neige
Hauteur d’eau	Limnigraphe	Hauteur d’eau dans un cours d’eau
	Piézomètre	Hauteur de la nappe
Pression interstitielle	Capteur de pressions interstitielles	Pressions interstitielles
Débit	Débitmètre	Débit d’un cours d’eau ou d’un drain
Température	Sonde de température	Température

Aléas Liés aux Sols (Géorisques)
Les Mouvements
de Terrain
(suite)

5. CALCULS DE STABILITE :

L'analyse courante de la stabilité consiste à étudier les conditions d'équilibre de la masse de sol, supposée monolithique, délimitée par une surface de rupture et soumise aux efforts suivants :

- poids propre du massif ;
- réactions du sol en place le long de la surface de rupture ;
- pressions interstitielles ;
- chargements extérieurs éventuels.

5.1. NOTION DE COEFFICIENT DE SECURITE

En un point de la surface de rupture potentielle, le coefficient de sécurité (local) est défini comme le rapport de la résistance au cisaillement du sol (τ_{max}) à la contrainte de cisaillement (τ) s'exerçant réellement sur la surface :

$$F_{Local} = \frac{\tau_{max}}{\tau}$$

L'estimation de la stabilité de la pente implique de définir un coefficient global de sécurité probablement différent du coefficient local. La définition de ce coefficient de sécurité global se heurte

à deux difficultés : on ne sait pas évaluer, sauf cas particuliers simples ou appel à modélisation complexe, la répartition des contraintes le long de la surface de rupture et, si l'on possède une telle évaluation, on constate en général que le coefficient de sécurité n'est pas constant le long de la surface de rupture.

Les méthodes de calcul les plus courantes reposent sur différentes estimations approchées des contraintes (τ_{max}) et de (τ). La résistance au cisaillement (τ_{max}) dans le cas général, dépend de la contrainte effective normale (σ') selon le critère de rupture de Mohr-Coulomb :

$$\tau_{max} = c' + \sigma' \tan \varphi'$$

	Caractéristiques de quelques méthodes courantes de calcul de stabilité			
	Surface de rupture plane	Surface de rupture circulaire		Surface de rupture quelconque
		Méthode Fellenius	Méthode de Bishop	Méthode des perturbations
Equations d'équilibre vérifiées	$R_x = 0$ $R_y = 0$	$M_0 = 0$		$R_x = 0$ $R_y = 0$ $R_0 = 0$
Evaluation de σ	$\sigma \quad W \cos \beta$ connu	Méthode des tranches $\sigma_0 \approx$ poids de la colonne de sol	Méthode des tranches + hypothèses sur les forces inter tranches	$\sigma = \sigma_0 (\lambda + \mu \tan \alpha)$
Evaluation de τ	$\tau \quad W \sin \beta$ connu	$\int M(\tau) = M(W)$ connu		$\tau = \frac{c + \sigma \tan \varphi}{F}$
expression de $F = \frac{\int \tau_{max}}{\tau}$	$F = \frac{T_{max}}{\sin \beta}$	$F = \frac{\int M(\tau_{max})}{\int M(\tau)} = \frac{R \int (c + \sigma \tan \varphi)}{M(W)}$		Résulte de la résolution du système d'équations
R_x, R_y : composantes de la résultante des forces s'exerçant sur le massif de sol limité par la surface de rupture. M_0 : moment résultant (au point 0) des forces s'exerçant sur le massif de sol. σ, τ : contraintes s'exerçant sur une facette de la surface de rupture. α : angle de cette facette avec l'horizontale.				

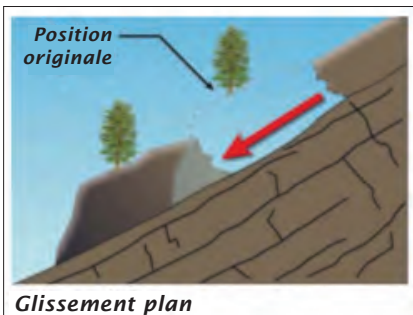
Il est donc nécessaire de faire des hypothèses sur la répartition des contraintes normales (σ'). Une façon d'évaluer les contraintes de cisaillement (τ) consiste à écrire qu'elles résultent de l'équilibre limite pour des caractéristiques du sol réduites :

$$\tau = \frac{c'}{F} + \sigma' \frac{\tan \varphi'}{F}$$

L'étude de stabilité consiste à rechercher la surface de rupture la plus défavorable (dans une famille donnée, par exemple circulaire) c'est-à-dire, dont le coefficient de sécurité est le plus faible : c'est elle qui conditionne la stabilité du versant. La justification de la stabilité générale du site doit s'effectuer en considérant un nombre suffisant de lignes de rupture potentielle par grand glissement, extérieures au massif.

5.1.1. SURFACE DE RUPTURE PLANE :

Dans le cas de certains versants naturels, une couche ou une interface « guide » le glissement (cas de formations meubles reposant sur un substratum, par exemple) ; la surface de rupture est alors



à peu près plane. Le modèle de calcul est celui d'un massif de sol infini reposant par une interface plane sur un substratum, avec un écoulement parallèle à la pente.

L'expression générale du coefficient de sécurité obtenue selon le critère de rupture de Mohr-Coulomb est :

$$F = \frac{2c'}{\sin 2\beta \gamma} + \frac{(\gamma h - \gamma_w h_w) \tan \varphi'}{\gamma h \tan \beta}$$

Selon le type de matériau et les conditions hydrauliques, cette expression peut se simplifier comme suit :

- Pour un matériau purement frottant :

- en l'absence d'eau : $F = \frac{\tan \varphi'}{\tan \beta}$

- lorsque la nappe affleure en surface ($h_w=h$) : $F = \left(1 - \frac{\gamma_w}{\gamma}\right) \frac{\tan \varphi'}{\tan \beta}$

- Pour un matériau purement frottant : $F = \frac{2c_u}{\sin 2\beta \gamma}$

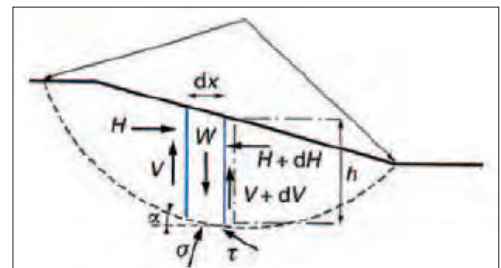
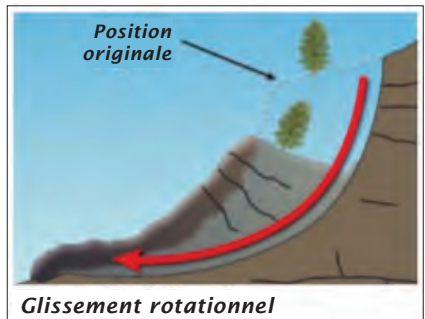
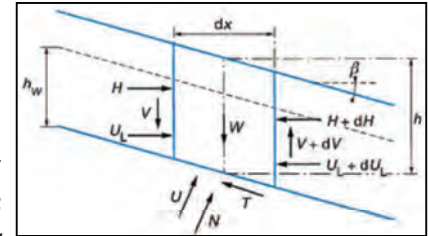
5.1.2. SURFACE DE RUPTURE CIRCULAIRE :

La surface de rupture étant circulaire et les moments pris au centre du cercle de rupture, la définition du coefficient de sécurité est équivalente à la suivante :

$$F = \frac{M_{\text{résistant}}}{M_{\text{moteur}}}$$

Pour étudier la stabilité d'un talus et afin d'évaluer la répartition des contraintes (σ') sur la surface de rupture, le massif en rupture est découpé en tranches verticales d'épaisseur assez petite pour que la base de chaque tranche soit assimilable à un segment de droite. Chaque tranche est en équilibre sous l'action des forces qui lui sont appliquées.

Compte tenu du critère de Mohr-Coulomb, en prenant toutes les tranches de la même épaisseur, l'expression du coefficient de sécurité est :



$$F = \frac{\sum [c + (\sigma_n - U_n) \tan \varphi] \frac{1}{\cos \alpha_n}}{\sum \gamma h_n \sin \alpha_n}$$

Aléas Liés aux Sols (Géorisques)
Les Mouvements
de Terrain
 (suite)

Fellenius (1927) fait l'hypothèse simplificatrice que $dH_n = dV_n = 0$; on a alors immédiatement :

$$\sigma_n = \gamma h_n \cos^2 \alpha_n$$

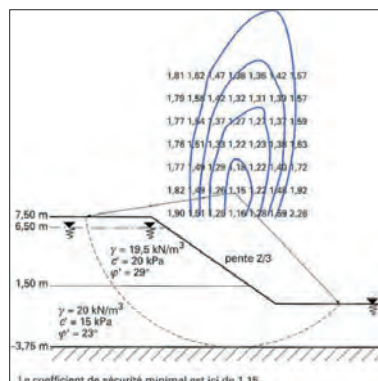
et l'expression de F devient :

$$F_{\text{Fellenius}} = \frac{\sum [c + (\gamma h_n \cos^2 \alpha_n - U_n) \tan \varphi] \frac{1}{\cos \alpha_n}}{\sum \gamma h_n \sin \alpha_n}$$

Dans la méthode de Bishop (1955), on se borne à l'hypothèse que $dV_n = 0$; l'équation d'équilibre projetée sur l'axe vertical permet d'écrire une équation implicite en F , du type $F = f(F)$, qu'on résout par itération en partant d'une valeur initiale grande (par exemple $F = 20$).

Dans ces méthodes de tranches, la valeur du coefficient de sécurité calculé dépend du nombre de tranches considérées (50 à 100 tranches sont nécessaires pour que la valeur de (F) se stabilise). En pratique, les deux méthodes donnent des résultats peu différents.

Dans le cas où l'on ne connaît pas la position de la surface de rupture, le programme de calcul effectue une recherche systématique du cercle le plus défavorable, c'est-à-dire donnant le coefficient de sécurité le plus faible : la valeur de (F) trouvée est appelée coefficient de sécurité de la pente.



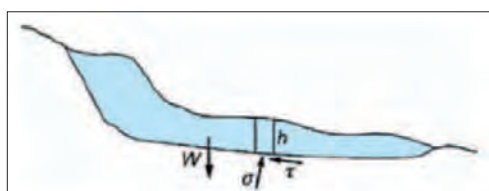
C'est une méthode globale qui exprime l'équilibre de tout le massif limité par la surface de rupture ; ce massif est soumis à son poids et à la résultante de toutes les contraintes (σ) et (τ) le long de la surface de rupture.

La répartition de la contrainte normale est cette fois encore inconnue. La méthode pose l'hypothèse suivante : la contrainte normale (σ) sur une facette tangente à la surface de rupture (inclinaison α) s'écrit comme une perturbation de la contrainte ($\sigma_0 = \gamma h \cos^2 \alpha$) normale à une facette inclinée à α , à une profondeur h , dans un massif infini incliné à α . Deux paramètres de perturbation interviennent : λ et μ .

Le problème consiste alors, après discrétisation en tranches verticales, à résoudre un système de trois équations (équilibres des efforts horizontaux, des efforts verticaux et des moments) à trois inconnues (λ , μ et F).

5.1.3. SURFACE DE RUPTURE BIDIMENSIONNELLE QUELCONQUE :

l'une des méthodes de calcul, utilisées dans le cas d'une surface de rupture de forme quelconque, est la méthode dite "des perturbations".



5.2. INTRODUCTION D'UNE FORCE EXTERIEURE :

On est fréquemment amené à évaluer la stabilité d'un versant soumis, en sus de son poids,

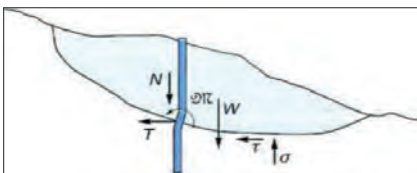
à une force extérieure telle que la charge apportée par un appui d'ouvrage, le renforcement par ancrage de la pente ou une action sismique.

Les **renforcements rigides** apportent un gain de stabilité de deux façons :

- introduction d'une force extérieure stabilisatrice,
- et supplément de résistance au cisaillement sur la surface de rupture par augmentation de la contrainte normale.

La prise en compte de ces renforcements dans le calcul du coefficient de sécurité se fait différemment selon qu'on utilise une méthode de calcul d'équilibre de tranches ou d'équilibre global.

Dans le cas d'une méthode d'équilibre global (rupture plane, méthode des perturbations), il suffit d'ajouter dans les équations d'équilibre les efforts apportés par les éléments de renforcement. La détermination de ces efforts dépend quant à elle du type de renforcement et de la démarche de justification que l'on suit. Pour ce qui est des clous



ou des barres passives, on peut prendre en compte l'effort limite que peut supporter le clou ou l'effort réellement mobilisé dans les inclusions après un déplacement de sol le long de la surface de rupture.

Dans le cas d'une méthode d'équilibre de tranches (méthode de Bishop), il est nécessaire d'affecter un angle de diffusion à l'effort introduit par l'inclusion afin de ne pas modifier de façon trop importante l'état d'équilibre d'une seule tranche de massif.

Pour évaluer la stabilité d'un talus sous **sollicitations sismiques**, le DTR BC 2.48 « Règles Parasismiques Algériennes (RPA 2024) » dans son article 10.3 indique que « ..., la vérification de la stabilité peut être effectuée en première analyse avec un calcul statique équivalent par application à tous les éléments de sol et aux charges supportées de deux coefficients sismiques :

$$k_h = \frac{1}{3} A I S,$$

$$k_v = \begin{cases} \pm \frac{1}{2} k_h & \text{situation sismique de type 1} \\ \pm \frac{1}{3} k_h & \text{situation sismique de type 2} \end{cases}$$

Où :

- k_h et k_v sont des coefficients utilisés pour calculer les forces horizontales contenues dans les plans verticaux de plus grande pente et dirigées vers l'aval et les forces verticales descendantes ou ascendantes selon les combinaisons (k_h , k_v) et (k_h , $-k_v$),
- A est le coefficient d'accélération de zone choisi en fonction de la zone sismique.
- I est le coefficient d'importance de l'ouvrage affecté par le glissement ou même menacé par lui.
- S est le coefficient de site choisi selon la catégorie du sol et la situation sismique (type 1 pour les zones sismiques IV, V et VI ou type 2 pour les zones sismiques I, II et III)

5.3. METHODES DE REDUCTION DES PARAMETRES DE CISAILLEMENT (C-φ) :

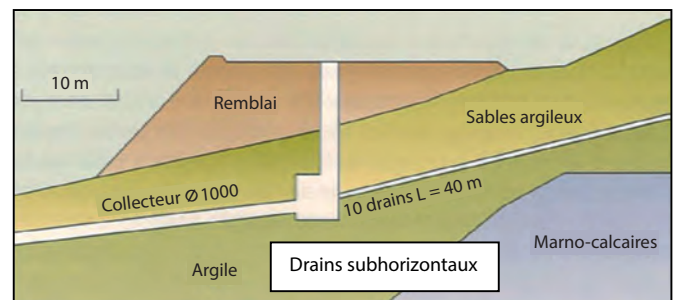
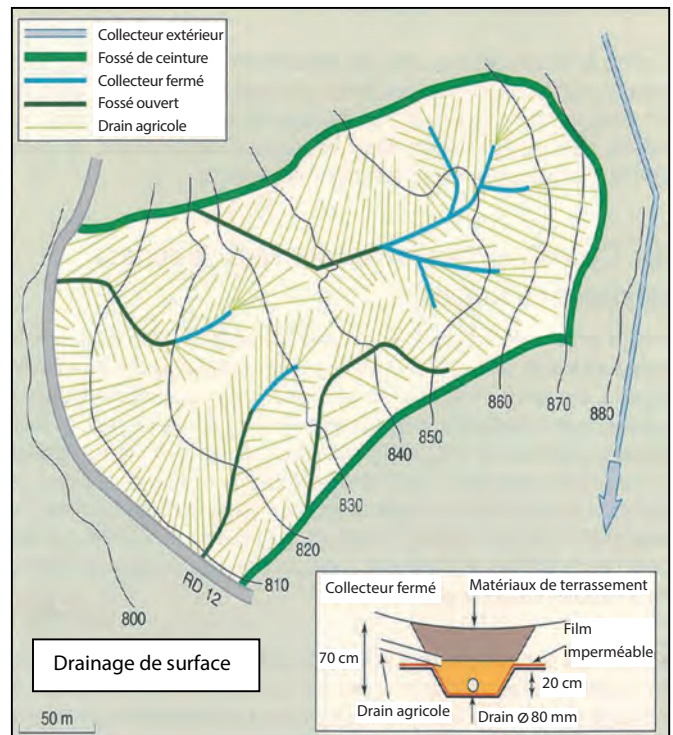
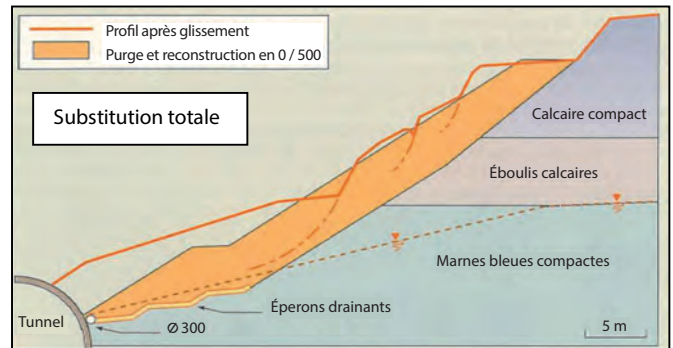
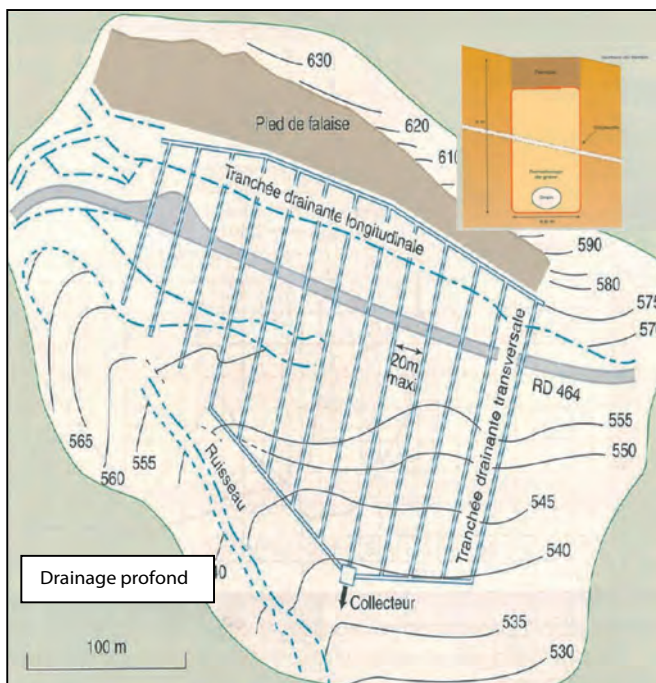
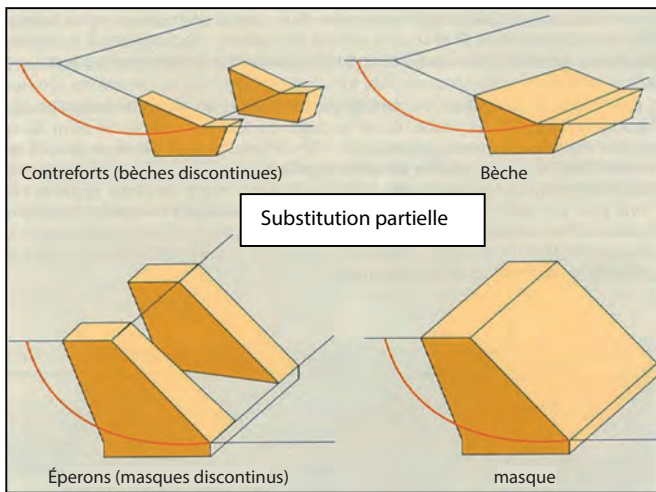
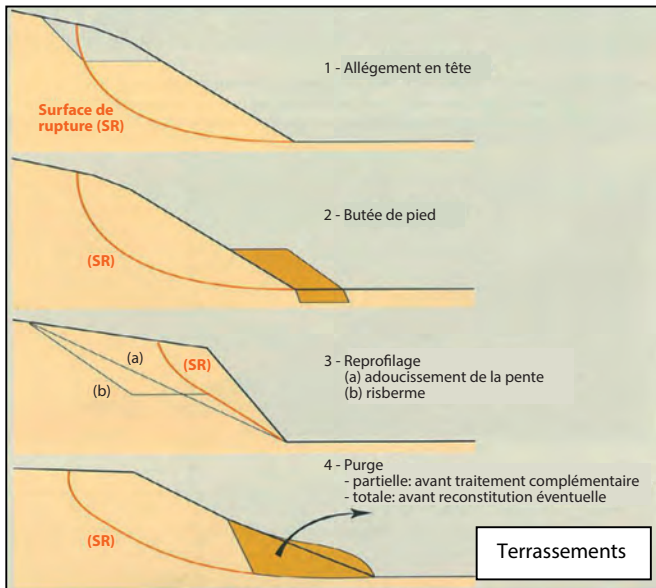
L'utilisation de la méthode des éléments finis ou différences finies en stabilité des pentes présente l'avantage de ne pas faire d'hypothèses sur le mécanisme de rupture et de prendre en compte la déformabilité des matériaux, ce qui nécessite de choisir un modèle de comportement pertinent et un état de contrainte initial représentatif du massif.

Toutefois, l'absence de notion directe de coefficient de sécurité dans ces méthodes nécessite de mettre en œuvre la méthode de réduction (C-φ) pour déterminer le coefficient de sécurité.

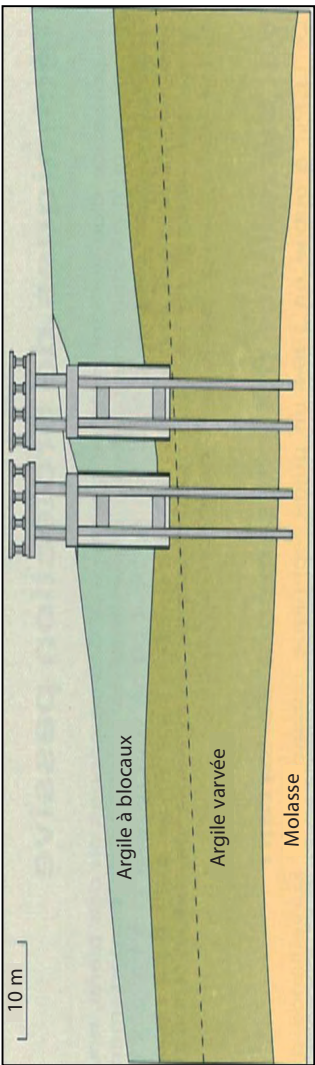
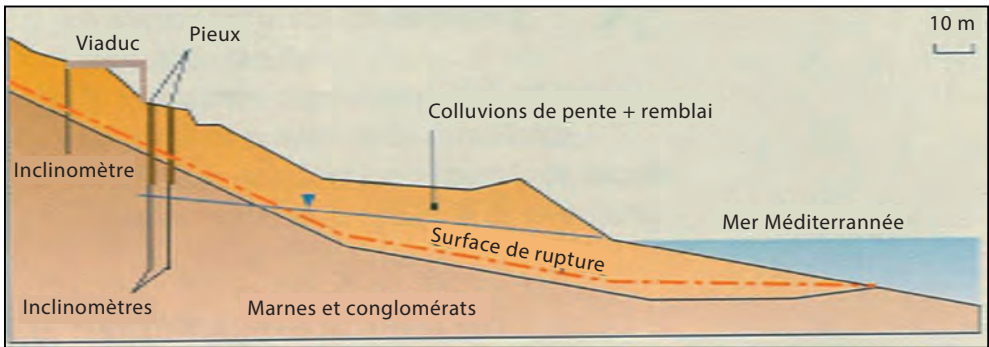
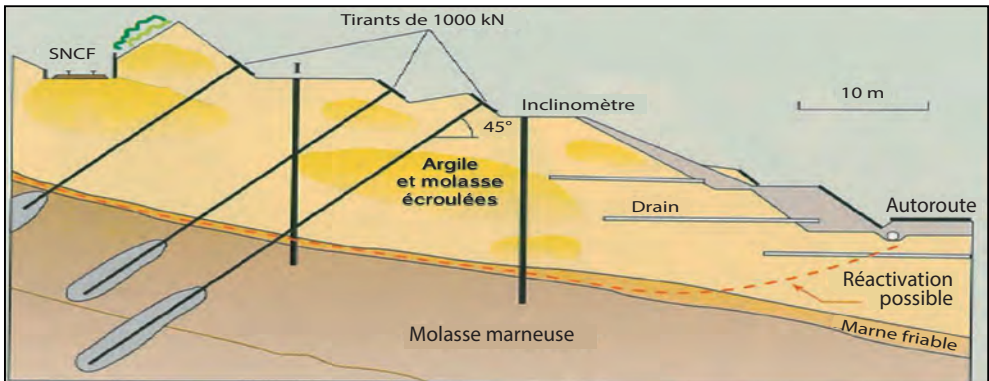
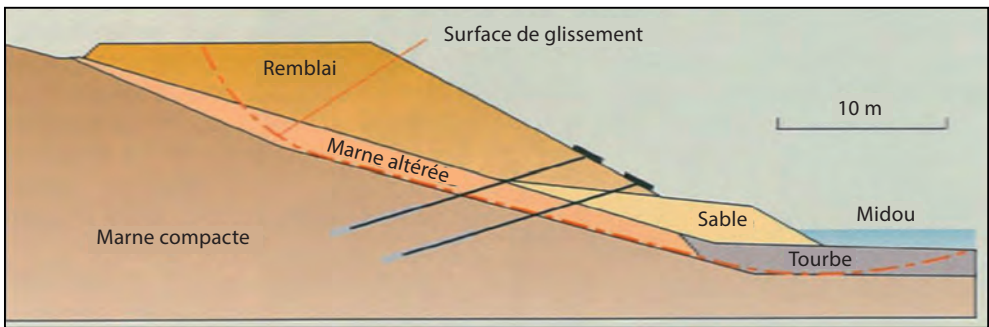
Cette méthode de réduction (C-φ) consiste à définir des paramètres initiaux (correspondant à une situation d'équilibre) puis à enchaîner des calculs pour une phase donnée, avec réduction égale de ceux-ci, jusqu'à déterminer un état instable entraînant une non-convergence du calcul.

6. TECHNIQUES DE STABILISATION DES GLISSEMENTS DE TERRAIN :

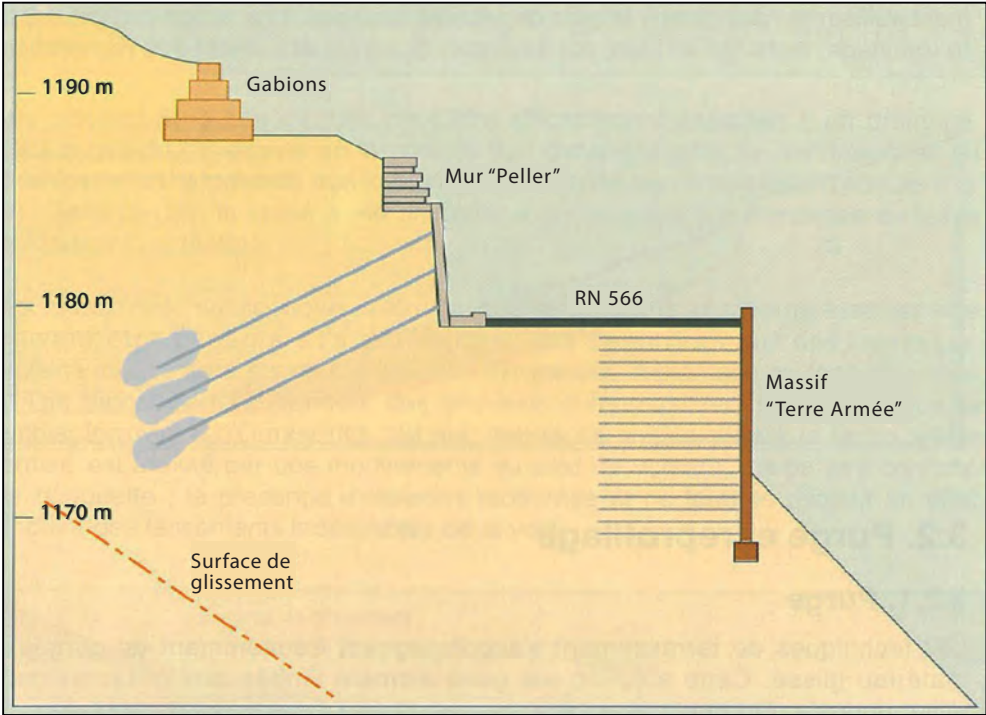
Technique	Principe de stabilisation	Moyens techniques	Méthodes de dimensionnement	F final	Contraintes d'utilisation
Butée de pied	Rééquilibrage des masses	Remblai	Calcul de la stabilité avec la géométrie modifiée	1,20 à 1,30	- Accès et emprises nécessaires - Présence d'un horizon résistant à faible profondeur - Assurer la stabilité en aval
Alègement en tête	Rééquilibrage des masses	Déblai	Calcul de la stabilité avec la géométrie modifiée	1,20	- Accès et emprises nécessaires - Assurer la stabilité en amont
Purge totale	Le massif est stable après la purge	Déblai	Calcul de la stabilité avec la géométrie modifiée	1,50	- S'applique à des petits volumes - Protection de la surface mise à nu - Assurer la stabilité en amont
Reprofilage	Adoucissement de la pente	Déblai	Calcul de la stabilité avec la géométrie modifiée	1,20	- Accès et emprises nécessaires - Terrassements importants
Substitution totale	Apport de matériau de meilleure résistance	Déblai, remblai	Calcul de la stabilité avec les caractéristiques du matériau de substitution	1,50	- Terrassements importants - Ancrer sous la surface de rupture - Travail par plots
Substitution partielle : bèche, contrefort, éperon, masque	Apport de matériau de meilleure résistance	Déblai, remblai	Calcul de la stabilité avec les caractéristiques du matériau initial et de celui de substitution	1,20	- Ancrer sous la surface de rupture - Travail par plots - Gérer le drainage
Substitution en tête, matériau allégé	Diminution du moment moteur	Déblai, polystyrène, matériau alvéolaire	Calcul de la stabilité avec les caractéristiques de poids du matériau allégé	1,20	- Terrassements réduits - Protection du matériau allégé - Gérer les circulations d'eau
Collecte et canalisation des eaux de surface	Limiter les pressions interstitielles	Cunettes, drains agricoles	Calcul de la stabilité avec le champ de pressions interstitielles estimé après drainage	1,30	- Implique une surface supérieure à celle du glissement - Entretien indispensable
Tranchées drainantes	Diminuer les pressions interstitielles	Trancheuse, haveuse, pelle	Calcul de la stabilité avec le champ de pressions interstitielles estimé après drainage	1,30	- Connaissance préliminaire du réseau d'écoulement - Entretien indispensable
Drains subhorizontaux	Diminuer les pressions interstitielles	Drains plastiques, moyens de forage	Calcul de la stabilité avec le champ de pressions interstitielles estimé après drainage	1,30	- Connaissance préliminaire du réseau d'écoulement - Vérification du rabattement - Entretien indispensable
Drainages profonds	Diminuer les pressions interstitielles	Drains verticaux, puits, galeries	Calcul de la stabilité avec le champ de pressions interstitielles estimé après drainage	1,30	- Connaissance préliminaire du réseau d'écoulement - Entretien indispensable
Soutènements	Apporter un effort stabilisateur horizontal	Ouvrages fixes Ouvrages souples	Murs fixes : calcul de la longueur du massif mis en butée Murs souples : calcul de la stabilité en tenant compte de la résistance du mur	1,50 1,20	- Ancrer l'ouvrage sous le niveau de la rupture - Gérer la circulation des eaux derrière l'ouvrage
Tirants d'ancrage	Apporter un effort stabilisateur horizontal	Torons, barres	Calcul de la stabilité en introduisant les efforts stabilisateurs, calcul à la rupture des tirants (F=1,5)	1,20	- Problème de déplacements de sol (phase de chantier et en service) - Associer un bon drainage
Claus	Apporter un effort stabilisateur perpendiculaire à la surface de rupture	Barres, tubes, micropieux	Calcul de la stabilité en introduisant les efforts stabilisateurs, calcul à la rupture des clous (F=1,5)	1,20 à 1,30	- Technicité importante - Estimation correcte des interactions sol/inclusions - Associer un bon drainage
Pieux	Apporter un effort stabilisateur horizontal	Pieux bétons, profilés H, palplanche	Calcul de la stabilité en introduisant les efforts stabilisateurs, calcul à la rupture des pieux (F=1,5)	1,10 à 1,20	- Technicité importante - Estimation correcte des interactions sol/inclusions - Associer un bon drainage



SCHEMAS EXPLICATIFS DES TECHNIQUES DE STABILISATION DES GLISSEMENTS



**SCHEMAS EXPLICATIFS
DES TECHNIQUES
DE STABILISATION
DES GLISSEMENTS**

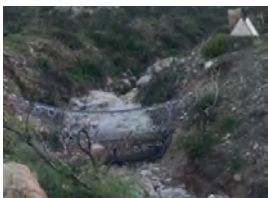
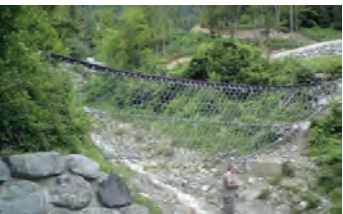
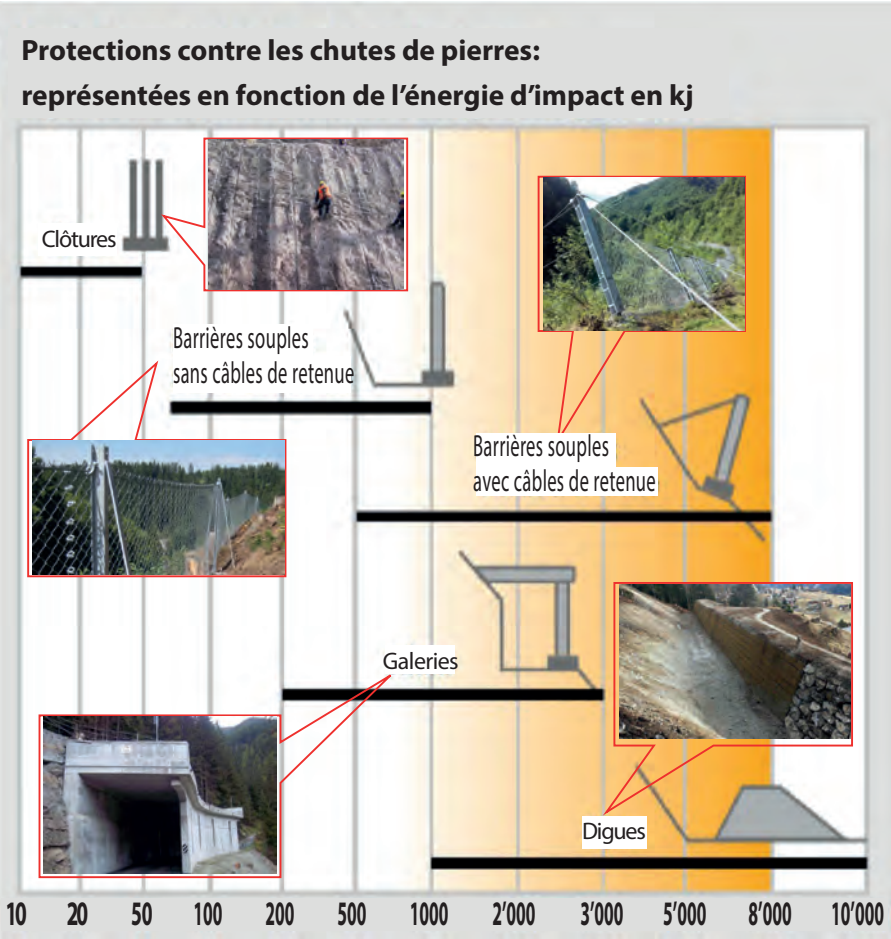


6.1. METHODOLOGIE DE CHOIX D'UNE TECHNIQUE DE STABILISATION (GLISSEMENTS) :

Phase d'étude	Eléments nécessaires
Analyse à rebours du glissement	Profil géotechnique
Calage de la méthode de calcul et des paramètres de résistance au cisaillement sur $f=1$	Paramètres géotechniques, hydrauliques, mécaniques Calcul de stabilité
Détermination de l'influence sur F des actions envisageable : - modification de la géométrie ; - abaissement de la nappe ; - Renforcement au niveau de la surface de rupture	Calcul de stabilité
Définition des solutions techniques	Limites et avantages des techniques envisagées Caractéristiques particulières du glissement
Choix de la solution	Contraintes économiques Délais Savoir-faire des entreprises Risques acceptables à court et long terme
Dimensionnement de la solution	Calcul de stabilité Essais préalables (tirants, drains, ...etc.) Réglementation
Travaux	Contrôles des structures (déplacements, efforts, ...etc.) Contrôle des paramètres du glissement

Grille d'orientation d'un dispositif de stabilisation d'un glissement de terrain			
Effet sur la stabilité de la variation de pression interstitielle	Effet sur la stabilité de la modification de la géométrie	Effet sur la stabilité de l'accroissement de la résistance au cisaillement	Solution envisageable
+	+	+	Terrassement drainage Renforcement
+	+	-	Terrassement (mais substitution inefficace) Drainage
+	-	-	Drainage
+	-	+	Terrassement pour substitution Drainage Renforcement
-	+	+	Terrassement Renforcement
-	+	-	Terrassement
-	-	+	Terrassement pour substitution Renforcement
-	-	-	Application des techniques de surveillance ou de protection
+ : important, - : faible			

7. QUELQUES EXEMPLES DE PARADES CONTRE LES EBOULEMENTS ROCHEUX, LES LAVES TORRENTIELLES ET LES COULEES BOUEUSES :



L'isolation thermique des bâtiments : enjeux, principes et solutions techniques

Par
Ahmed Lamine BENZERGA Directeur Régional Sud-Est - CTC

Introduction

Face à l'augmentation continue des besoins énergétiques, à la raréfaction des ressources fossiles et aux exigences croissantes en matière de performance environnementale, l'isolation thermique des bâtiments s'impose aujourd'hui comme un levier majeur de maîtrise de l'énergie. Longtemps considérée comme une option secondaire, elle est désormais au cœur de la conception, de la rénovation et de la réglementation du bâti moderne.

Cet article propose un panorama technique et réglementaire de l'isolation thermique des bâtiments, en mettant en lumière ses principes fondamentaux, ses différentes applications et les solutions les plus couramment mises en œuvre.

1. Isolation thermique des bâtiments : définition et portée

L'isolation thermique d'un bâtiment consiste à mettre en œuvre des dispositifs visant à limiter les échanges de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur, que ce soit par les murs, les planchers, les toitures, les ouvertures ou les ponts thermiques. Elle peut être réalisée par l'intérieur, par l'extérieur ou être intégrée directement au matériau porteur.

Les bâtiments mal isolés représentent une source importante de gaspillage énergétique et d'émissions de gaz à effet de serre. Dans ce contexte, de nombreux pays ont instauré des mesures incitatives ou contraignantes pour améliorer

la performance énergétique du parc immobilier, contribuant ainsi à la réduction de la précarité énergétique et à une meilleure justice climatique.

2. Bref aperçu historique

Le premier choc pétrolier de 1973 a marqué un tournant décisif dans la manière de concevoir les bâtiments, notamment dans les pays à climat froid ou tempéré. L'isolation thermique est alors devenue un élément central des nouvelles constructions, bien que sa mise en œuvre n'ait pas toujours été rigoureuse dans les premières années.

Avec l'adoption du protocole de Kyoto en 1997, les États se sont progressivement dotés de réglementations visant à réduire les émissions de gaz

à effet de serre et à améliorer la performance énergétique des bâtiments. La conception du bâti intègre désormais des paramètres complexes tels que l'étanchéité à l'air, la ventilation, les équipements thermiques, l'orientation, l'inertie des parois et l'utilisation des apports solaires passifs.

3. Pourquoi isoler un bâtiment ?

L'isolation thermique poursuit plusieurs objectifs essentiels :

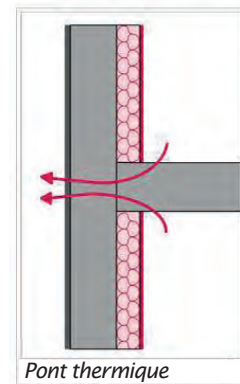
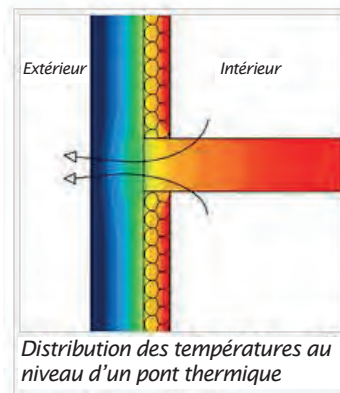
- Limiter les transferts de chaleur entre milieux chaud et froid ;
- Améliorer le confort thermique intérieur ;
- Réduire les déperditions énergétiques par rayonnement et convection.

Ses bénéfices sont multiples : baisse des factures de chauffage et de climatisation, réduction de la dépendance aux énergies fossiles, diminution des émissions de gaz à effet de serre et création d'emplois locaux liés aux travaux de rénovation énergétique.

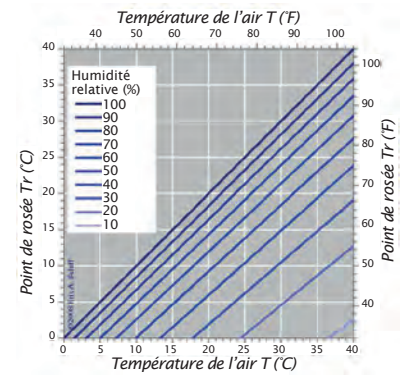
4. Humidité intérieure et ventilation : un équilibre indispensable

Une mauvaise isolation ou une isolation mal conçue peut entraîner des phénomènes de condensation, notamment au niveau des parois froides et des ponts thermiques.

L'augmentation de la température des surfaces intérieures par une isolation efficace limite ces risques, à condition que l'humidité soit correctement gérée.

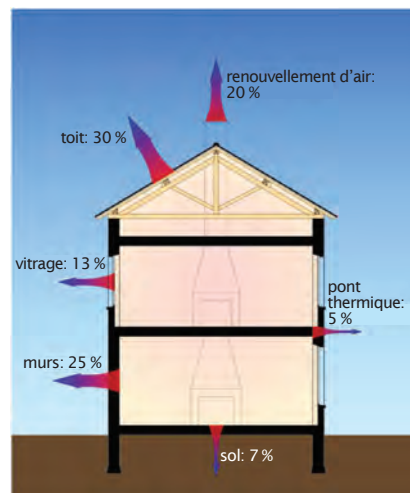


La mise en place de pare-vapeur, de freins vapeur hygro-variables et de systèmes de ventilation naturelle ou mécanique est indispensable pour évacuer l'humidité excédentaire et garantir la durabilité des isolants, en particulier lorsqu'il s'agit d'isolants sensibles à l'eau.



5. Les principales sources de déperdition thermique

Dans une maison individuelle non isolée, les pertes de chaleur se répartissent principalement entre :



- La toiture (jusqu'à 30 %) ;
- Les murs (20 à 25 %) ;
- Le renouvellement d'air ;
- Les ouvertures (portes et fenêtres) ;
- Les planchers et les ponts thermiques.

L'isolation vise à réduire ces pertes en interposant des matériaux à faible conductivité thermique, capables de freiner la conduction, la convection et le rayonnement.

Les valeurs moyennes des sources de déperdition de chaleur ou déperdition thermique

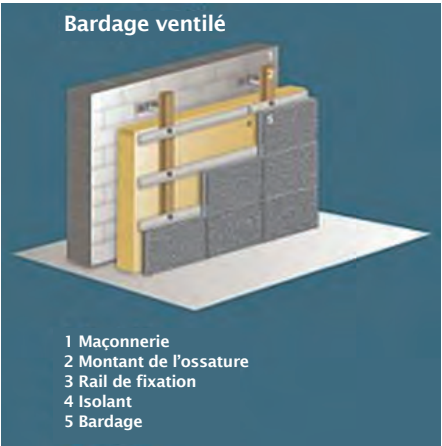
Elément	Maison isolée	Maison non isolée
Le toit	10%	20% à 30%
Les murs	20%	20% à 25%
Le renouvellement d'air	15%	20% à 25%
Les fenêtres et portes extérieures	15%	10% à 15%
Le plancher	20%	7% à 10%
Les ponts thermiques	20%	5% à 10%

6. Isolation des murs : solutions et choix techniques

Plusieurs techniques sont couramment utilisées :

- Isolation par l'intérieur, simple à mettre en œuvre mais génératrice de ponts thermiques et de perte de surface habitable ;
- Isolation intégrée au matériau porteur, particulièrement adaptée aux constructions neuves (béton cellulaire, briques à âme isolante) ;
- Isolation thermique par l'extérieur (ITE), solution performante qui supprime la majorité des ponts thermiques, conserve l'inertie des murs et améliore significativement le confort thermique, au prix d'un coût initial plus élevé.

L'ITE est aujourd'hui reconnue comme l'une des solutions les plus efficaces, notamment en rénovation énergétique lourde.



Principe d'isolation des murs

7. Isolation des planchers

L'isolation des planchers permet de limiter les pertes vers les locaux non chauffés (sous-sols, vides sanitaires, terre-plein) et de réduire les ponts thermiques. Elle peut être réalisée par isolation en sous-face, par dalles flottantes isolées ou par l'utilisation de matériaux isolants en vrac comme la ouate de cellulose.

8. Isolation des toitures et terrasses

Étant donné que l'air chaud s'élève, la toiture constitue la principale zone de déperdition thermique. L'isolation des combles, qu'elle soit réalisée par panneaux, par double couche croisée ou par soufflage d'isolant en vrac, est donc prioritaire. Une attention particulière doit être portée à l'étanchéité à l'air et à la protection contre les nuisibles.



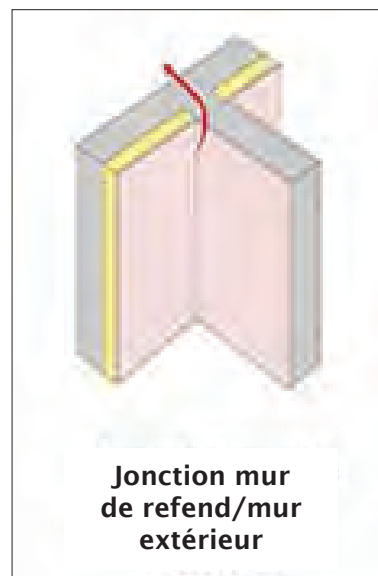
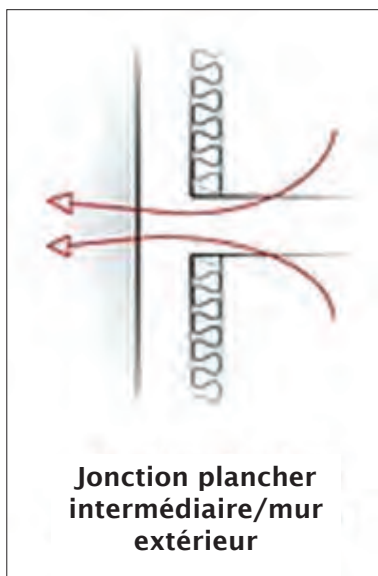
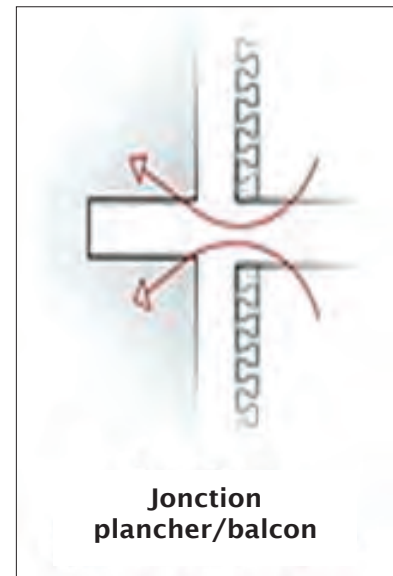
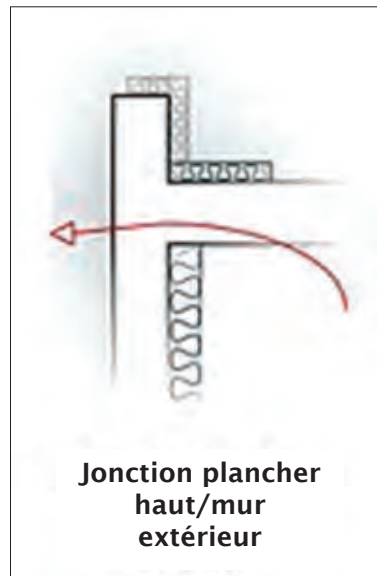
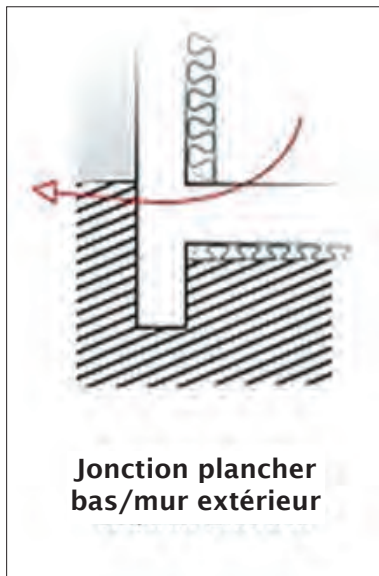
9. Portes, fenêtres et ponts thermiques

Les ouvertures vitrées restent des points faibles de l'enveloppe thermique.



Le recours au double vitrage à faible émissivité, à des menuiseries avec rupture de pont thermique et à une bonne étanchéité des joints est essentiel.

Les ponts thermiques doivent être traités dès la conception par des rupteurs spécifiques ou, à défaut, par des solutions d'isolation adaptées. Leur mauvaise gestion est souvent révélée par l'apparition de moisissures et de condensations localisées.



10. Les matériaux isolants : critères de choix

Les isolants, qu'ils soient minéraux, synthétiques ou naturels, reposent principalement sur l'immobilisation de l'air ou de gaz dans leur structure. Le choix d'un isolant doit tenir compte de nombreux critères : conductivité thermique, comportement à l'humidité, résistance mécanique, durabilité, réaction au feu, impact environnemental et facilité de mise en œuvre.

Les matériaux tels que le liège, le polystyrène expansé ou extrudé, la mousse phénolique ou le polyuréthane offrent des performances variables selon les usages et les contraintes du projet.

	Pouvoir isolant (W/m.k)	0.037 à 0.041
	Confort d'été	Excellent
	Isolation phonique	Très bonne
	Résistance au feu (A à E)	E
	Durée de vie (années)	>50
	Biosourcé	Oui
	Adapté au bâti ancien	Oui
	Prix	Très élevé
	Comble perdu	Oui
	Mur et cloison intérieur	Oui
	Rampant	Oui
	Toiture (sarking)	Oui
	Mur extérieur	Oui
	Plancher bas	Oui

Caractéristiques du liège

	Pouvoir isolant (W/m.k)	0.031 à 0.038
	Confort d'été	Faible
	Isolation phonique	Faible
	Résistance au feu (A à E)	E
	Durée de vie (années)	>50
	Biosourcé	Non
	Adapté au bâti ancien	Non
	Prix	Faible
	Comble perdu	Oui
	Mur et cloison intérieur	Oui
	Rampant	Oui
	Toiture (sarking)	Oui
	Mur extérieur	Oui
	Plancher bas	Oui

Caractéristiques du polystyrène expansé (PES)

	Pouvoir isolant (W/m.k)	0.027 à 0.040
	Confort d'été	Faible
	Isolation phonique	Faible
	Résistance au feu (A à E)	E
	Durée de vie (années)	>50
	Biosourcé	Non
	Adapté au bâti ancien	Non
	Prix	Faible
	Comble perdu	Oui
	Mur et cloison intérieur	Oui
	Rampant	Oui
	Toiture (sarking)	Oui
	Mur extérieur	Oui
	Plancher bas	Oui

Caractéristiques du polystyrène extrudé

	Pouvoir isolant (W/m.k)	0.022 à 0.028
	Confort d'été	Faible
	Isolation phonique	Faible
	Résistance au feu (A à E)	E
	Durée de vie (années)	>50
	Biosourcé	Non
	Adapté au bâti ancien	Non
	Prix	Moyen
	Comble perdu	Oui
	Mur et cloison intérieur	Oui
	Rampant	Oui
	Toiture (sarking)	Oui
	Mur extérieur	Oui
	Plancher bas	Oui

Caractéristiques de la mousse de polyuréthane

Conclusion

L'isolation thermique constitue un enjeu stratégique pour la performance énergétique des bâtiments, la préservation de l'environnement et l'amélioration du confort des occupants. Pour être efficace et durable, elle doit être pensée de manière globale, cohérente et conforme aux exigences réglementaires, notamment celles définies par le DTR E 4.1.

Une isolation bien conçue n'est pas seulement une question d'épaisseur de matériaux, mais le résultat d'un équilibre maîtrisé entre technique, réglementation, coût et usage du bâtiment.



سوسيولوجيا المؤسسة الجزائرية

بقلم الأمين بلخير

مكلف بمهام الاتصال CTC

محددات المناخ التنظيمي الداعم لاستقرار المؤسسة كيف يمكن المواءمة بين ديناميكية المناخ التنظيمي واستقرار المؤسسة؟

يمكن إدراك مستويات المناخ التنظيمي عبر عدة مستويات، فإما أن يكون على مستوى المنظمة ككل، حيث يتم إدراكه بشكل متجانس بين أغلب الموظفين داخل المؤسسة، وقد يكون إدراكه على مستوى مجموعة جزئية (هيكل تنظيمي أدنى)، حيث تتكون لديهم اتجاهات وقيم مشتركة اتجاه العمل، مما



يؤدي إلى إدراكهم للمناخ التنظيمي بشكل مختلف للإدارة العليا، كما يكون إدراك المناخ التنظيمي على المستوى الفردي، حيث يتكون في حالة وجود تباين في الخصائص الشخصية للموظفين مما ينتج عنه إدراك مختلف للمناخ التنظيمي من موظف إلى آخر، فهذا تجده متذمر والآخر جد سعيد؟

من أجل تحسين المناخ التنظيمي يجب اعتماد استراتيجية التكيف الفعلي، حيث تصبح المؤسسة أداة وركيزة لتغيير البيئة، فهي تحاول اغتنام الفرص والتأثير فيها لإيجاد الظروف المفضلة من خلال:

- تبني الأنظمة الحديثة في الإدارة بما يتيح درجة مناسبة من اللامركزية في اتخاذ القرارات؛
- تحسين أنماط القيادة بما يحقق انطلاقة العاملين، وذلك بتوفير درجة أكبر من المرونة والاتصال؛
- وضع قنوات الاتصال المناسبة لانسحاب البيانات والمعلومات و شكاوي العاملين، لتحقيق مشاركة أجزاء التنظيم.

تشهد المؤسسات المعاصرة تحديات أفرزتها المتغيرات الاقتصادية والاجتماعية والتكنولوجية، الشيء الذي أدى إلى تغيير بيئة المؤسسات من بيئة تقليدية إلى بيئة تتميز بالسرعة والتعقيد، ضاغطة على المناخ التنظيمي الذي يعتبر المحدد الرئيسي لنجاح المؤسسة

أو فشلها، لأن قدرة المؤسسة على تحقيق أهدافها مرتبط ارتباطا وثيقا بالمناخ التنظيمي السائد، لما له من تأثير على سلوك الفاعلين ورضاهم، وينعكس على أدائهم واستقرارهم في العمل.

يرتكز المناخ التنظيمي الإيجابي على رفع الحالة المعنوية للموظفين والبعد عن الروتين، حيث يستند على قيم الإنجاز والإبداع والتطوير، بالإضافة إلى المرونة في التنظيم للاستجابة للمتغيرات، واللامركزية في القرارات بتفويض الصلاحيات.

تتشكل عناصر المناخ التنظيمي وأبعاده من مجموعة من المتغيرات المتداخلة والتي تشكل البيئة الداخلية للتنظيم، كالهيكلة التنظيمية و مرونة المشاركة، نمط القيادة وأساليب الاتصال بما فيها الأمن الوظيفي، وهنا يمكن اعتبار المؤسسة مجالا استراتيجيا (ثابت)، لكن عناصر وأبعاد المناخ التنظيمي هي مجال ديناميكي (متحرك)، الذي بدوره يؤثر على ثبات المؤسسة والقضاء على جمودها و يضيف طابع الحركية والتجديد والتطور في المؤسسات المعاصرة التي أصبحت من ميزتها القدرة على مواكبة المتغيرات.