

L'exploitation
et la maintenance
des infrastructures



Chutes de Blocs
Risques **R**ocheux
Ouvrages de **P**rotection



Rencontre MOA 20-21-05/2025

Point d'actualité C2ROP2



*Liberté
Égalité
Fraternité*

13/05/2025

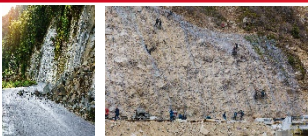


- ▶ Avancement de l'Axe Risque
- ▶ Point sur quelques actions des autres Axes
- ▶ Quels besoins de révision des guides C2ROP ?



Quatre volets :

- ▶ **Évaluation des vulnérabilités et du risque (3 actions)**
 - RVul_01 : Évaluation des vulnérabilités matérielles et fonctionnelles des zones bâties
 - RVul_02 : Évaluation économique des coûts indirects d'un événement
 - RVul_03 : Modélisation quantitative du risque rocheux intégrant des changements socio-environnementaux
- ▶ **Le couvert forestier en protection (1 action)**
 - RFor_01 : Prise en compte du potentiel du couvert forestier dans la protection des infrastructures routières contre les chutes de blocs
- ▶ **Gestion du risque par les maîtres d'ouvrage (2 actions)**
 - RMOA_01 : Réseau des maîtres d'ouvrage et gestionnaires
 - RMOA_02 : Concept de risque acceptable
- ▶ **Gestion du risque collaborative (1 action)**
 - RCollab_01: Plateforme collaborative de gestion du risque



RVul_01 : Evaluation des vulnérabilités matérielles et fonctionnelles des zones bâties

Porteur : Caterina NEGULESCU – BRGM c.negulescu@brgm.fr

Objectif : étude des vulnérabilités d'enjeux type zones bâties sollicités par des chutes de blocs

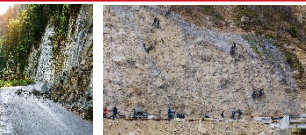
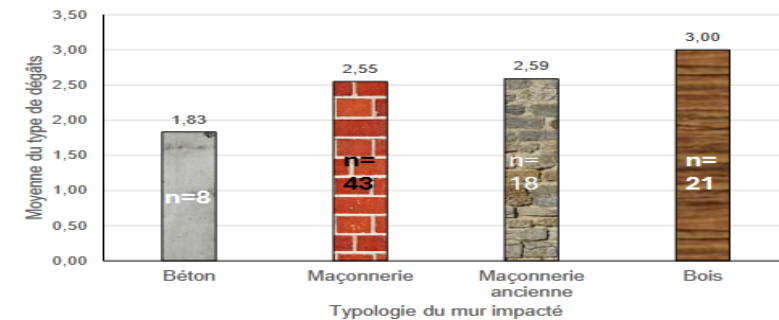
Travaux réalisés

- Base de données vulnérabilité (à partir de 270 données événements)
- Présentation résultats rencontre MOA 07/11/2024

Perspectives

- Compléter la base de données, la valoriser, améliorer les relations empiriques établies sur la base des statistiques sur les données (taille des blocs / dégâts, hauteur de chute / dégâts...)

Champs	Exemple
Commune	Verel-de-Montbel
Lieu	Lieu-dit le banchet
Localisation GPS	45°33'17"N 5°43'56"E
Département	73
Date	17-févr-15
Heure	5h
Typologie - mur	Maçonnerie
Typologie - toit	
Lieu d'impact	MUR
Taille du bloc (m³)	60
A	3
B	4
C	5
Volume total éboulement (1 à 6)	4
Géologie	Calcaire
Masse (kg)	150000
Forme du bloc	Pavé
Dégâts	5
Différence de hauteur (m)	200
Pente (°)	75
Type de chute	Chute libre - Roulement
Informations supplémentaires	Maçonnerie de 50 cm d'épaisseur ; énergie rotationnelle assez élevée ; Arrachement d'un pan de falaise (90°) puis roulement le long d'une pente plus douce



RVul_02 : Evaluation économique des coûts indirects d'un événement rocheux sur une voie routière

Porteurs : **Jean-Daniel RINAUDO – BRGM** jd.rinaudo@brgm.fr
Bastien COLAS – BRGM b.colas@brgm.fr

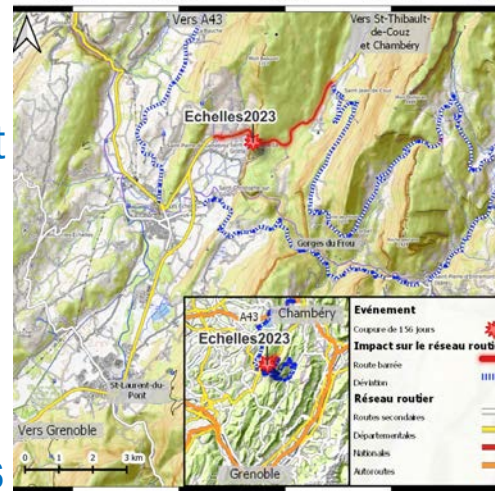
Objectifs : définir et mettre en œuvre une méthode d'évaluation des coûts indirects causés par les chutes de blocs sur infrastructures de transport

Travaux réalisés

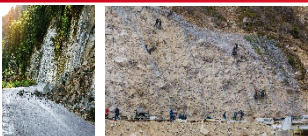
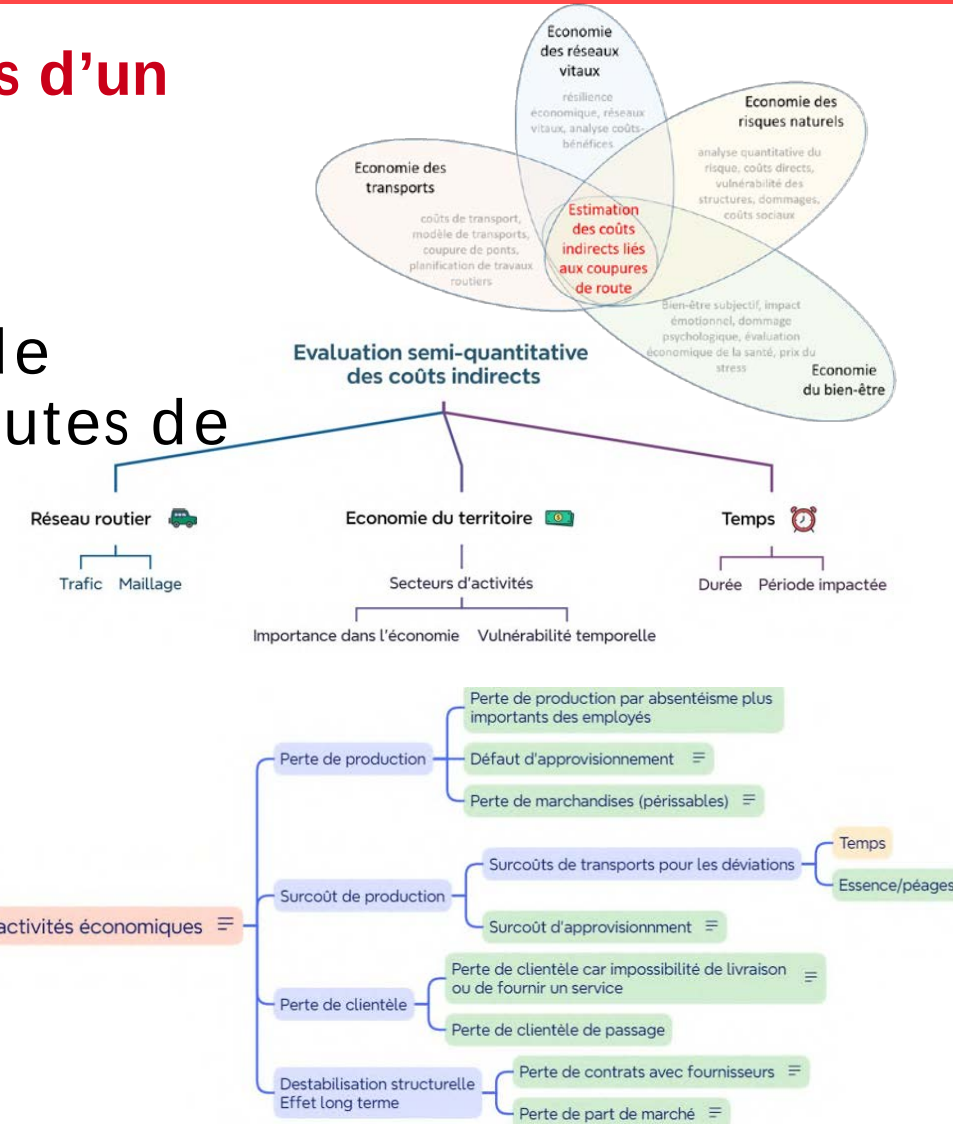
- Revue bibliographique – Etat de l'art
- Analyse de cas (17) → Enquêtes
- Typologie des coûts

Perspectives

- Construction d'un outil d'évaluation semi-quantitative des coûts indirects



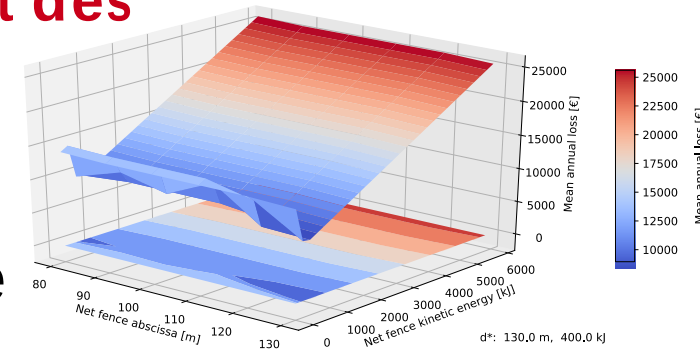
... pour les activités économiques



RVul_03 : Modélisation quantitative du risque rocheux intégrant des changements socio-environnementaux

Porteur : Nicolas ECKERT – INRAe nicolas.eckert@inrae.fr

Objectif : développer une approche méthodologique d'optimisation des mesures de protection contre le risque rocheux



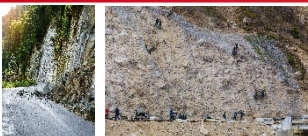
Dimensionnement optimal d'un filet pare-blocs par minimisation du risque "total" (Favier et al., 2021)

Travaux réalisés

- **Développements méthodologiques sur l'évaluation du risque en contexte non stationnaire** et application à un cas d'étude => publication soumise
- **Exploitation statistique BD événementielle alpine** quasi terminée => publication en travaux
- **Publications scientifiques présentées** lors de 2 rencontres MOA et d'un séminaire sur les risques multiples et la modélisation

Perspectives

- **Lancement thèse** (demi-financement PC COCHAIR IRIMA, chaire « modélisation », reste du financement en cours de montage)
- **Encadrement thèse et finalisation des travaux engagés**



RFor_01 : Prise en compte du potentiel du couvert forestier dans la protection des infrastructures routières contre les chutes de blocs

Porteur : Sylvain DUPIRE - INRAe sylvain.dupire@inrae.fr

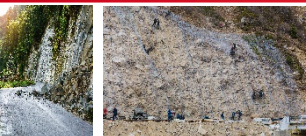
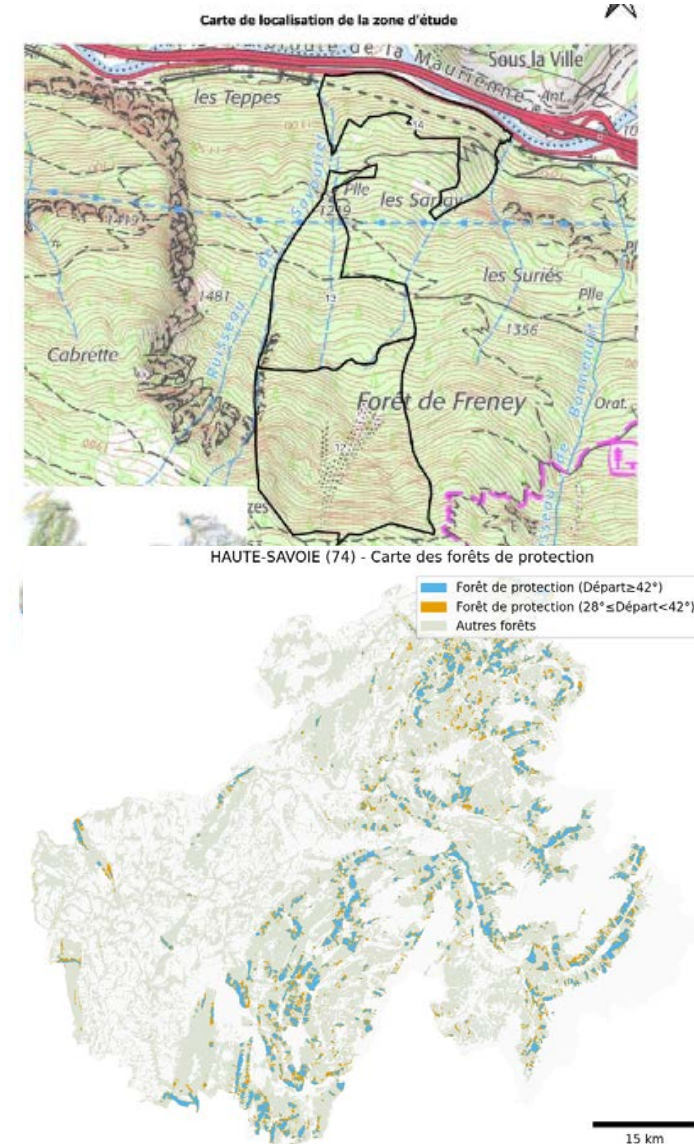
Objectif : analyser l'impact du couvert forestier sur la maîtrise de l'aléa rocheux

Travaux réalisés

- Evaluation capacité de protection d'une forêt pour un enjeu linéaire (73)
- Idem avec CD 74 en 2024-25

Perspectives

- Finalisation **cas d'étude CD 74**
- Organisation d'un **workshop** dédié à la **caractérisation d'une forêt de protection** (théorie et pratique)



RMOA_01 : Réseau des maîtres d'ouvrage et gestionnaires

Porteurs : Carine PEISSER – PARN carine.peisser@univ-grenoble-alpes.fr
Nathalie BERENGER – Cerema nathalie.berenger@cerema.fr

Objectifs : renforcer les échanges entre MOAs pour partager les expériences/bonnes pratiques et alimenter les travaux des autres actions

Travaux réalisés

- **2023-2024 : 4 rencontres en présentiel, 1 atelier en distanciel**
- Sujets abordés : gestion patrimoine **d'ouvrages de protection**, reconstruction **post-événement**, effets du **changement climatique**, interactions avec les autres Axes...

Perspectives

- **Rester dans cette dynamique** : 1 à 2 rencontres présentiel par an, ateliers distanciels suivant besoins des pilotes d'action
- **Prochaine rencontre avec visite de terrain 20-21/05, thématique contraintes environnementales**



RMOA_02 : Concept de risque acceptable

Porteurs :

Carine PEISSER – PARN carine.peisser@univ-grenoble-alpes.fr

Lucas MEIGNAN – Géolithe lucas.meignan@geolithe.com

Anne LESCURIER – CD 73 Anne.LESCURIER@savoie.fr

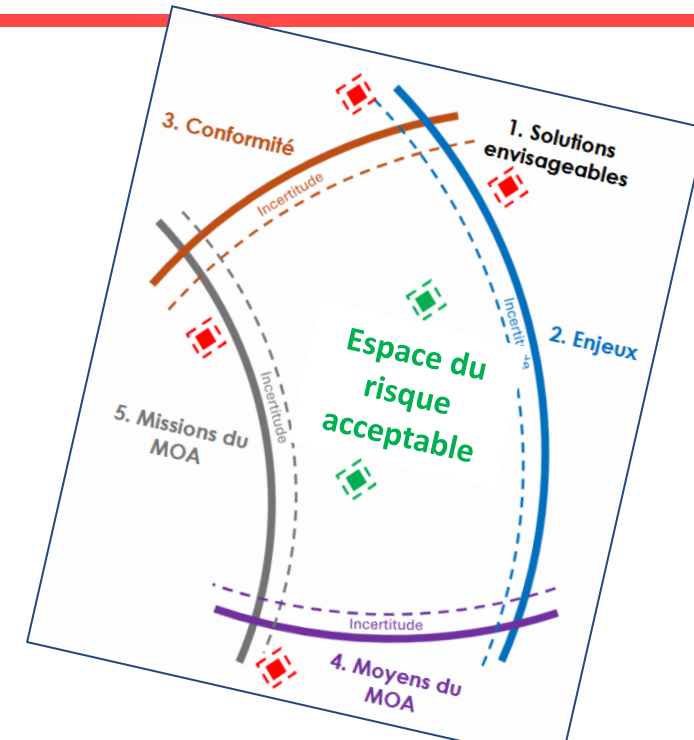
Objectif : explorer les différents aspects du concept ;
proposer un cadre d'analyse opérationnel pour les MOA

Travaux réalisés 2025

- **Définition précisée du cadre de travail** / parties prenantes / enjeux :
périmètre thématique, portée résultats
- **1 stage** co-encadré et co-accueilli PARN/Géolithe/CD73 : 4 mois etp, fev.-juil.
- **Développement de schémas / modèles** de représentation de tous les aspects
à prendre en compte dans la notion de risque acceptable du point de vue du MOA
- **1 rencontre du Groupe de Travail** (14 participants, 10 partenaires/12) :
échange sur les schémas/modèles proposés

Perspectives

- **3 rencontres du GT en 2025**
- **Validation collective des modèles, travail opérationnel sur les critères/contraintes de risque acceptable sur la base de cas concrets**
- **Rédaction d'un document exploratoire** (interne C2ROP)



RCollab_01: Plateforme collaborative de gestion du risque - OCIRN

Porteur : Lucas MEIGNAN – Géolithe lucas.meignan@geolithe.com



Objectifs : Optimiser la gestion des risques gravitaires et accompagner la transition numérique des métiers

Financement Région AURA (GEOLITHE – CAN – HALIAS – INRIA – CD38)

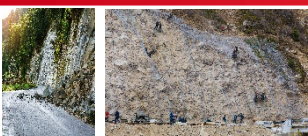
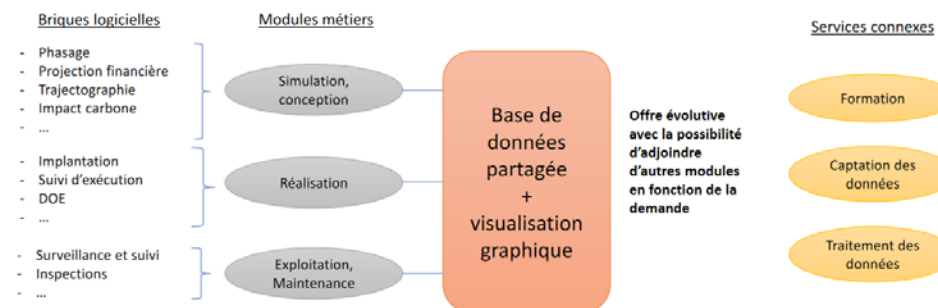
Travaux réalisés

- **Etat de l'art filière - INDURA**
- **Atelier pour définition des besoins MOA**
- **Modèle économique**
- **Maquette base de données et flux d'informations**
- **Maquette viewer**
- **Maquette brique logicielle modulaires**

Perspectives

- **Développement TRL 7 à 9**

Plateforme numérique de gestion collaborative et de modélisation de l'information et l'ensemble des offres de service afférentes



ARes_01: Qualification et quantification de l'aléa résultant

Porteurs : **BRGM** et **Cerema**

Travail en cours

- **Une réunion du GT en 2024**, échanges sur :
 - Présentation et harmonisation des pratiques
 - De l'aléa au risque : des approches proportionnées
 - Méthodes et développements attendus
 - Présentation des résultats
- Identification des **actions prioritaires** :
 - Identifier les besoins
 - Proposer une méthode pragmatique
 - Réfléchir sur les incertitudes

Prochaine réunion 1^{er} semestre 2025 (date à définir)

Articulation avec le GT Risque acceptable (RMOA_02) à mener



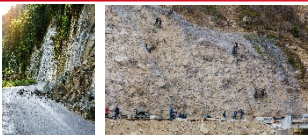
Ssecu_01: Alerte et sécurisation des enjeux mobiles, dans le cadre de systèmes de surveillance

Porteurs : **CD 73** et **GEOGRAEVENT**

Travail en cours

- **Etat des lieux des pratiques actuelles** de la gestion des alertes et de la sécurisation des enjeux mobiles exposés à ce type de dangers naturels (France et International)
=> enquête auprès des MOA réalisée dans ce cadre
- **Recherche de pratiques équivalentes** pour d'autres types de danger
- **Explorer les évolutions techniques, méthodologiques et réglementaires** pouvant contribuer à faire évoluer les pratiques en gestion des alertes et sécurisation de enjeux mobiles

Action qui a été recadrée => début de l'action, synthèse prévue pour 2025



Action ANCRAGES

Porteurs : **UGE, CAN**

Travail en cours

- Expérimentation de **corrosion accélérée des armatures en flexion** : mise en œuvre du banc de test « Séchoir » : 6 sessions de travaux (2023-2024), expérimentation et suivi en cours
- Essais de cisaillement des têtes d'ancrage scellés au rocher** : 82 essais menés à la rupture (26 essais de traction, 31 essais de cisaillement sols meubles, 26 essais de cisaillement sol rocheux => **base de données**

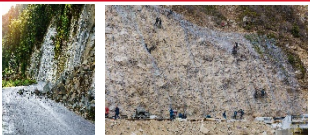
N°	type d'ancrage	Contrainte rupture théorique	Section [mm²]	effort de rupture théorique en traction [kN]	Date essai	Pression max [bar]	effort de rupture réel en traction [kN]	Contrainte de rupture réel de traction [N/mm²]	% effort rupture réel/théorique	moyenne	écart type
3	barre pleine filetée Ø25 mm 500 Mpa	550 N/mm²	491 mm²	270 kN	non réalisé						
2	barre pleine filetée Ø25 mm 500 Mpa	550 N/mm²	491 mm²	270 kN	04/12/2024	268	362 kN	738 N/mm²	134%	363	1%
4	barre pleine filetée Ø25 mm 500 Mpa	550 N/mm²	491 mm²	270 kN	19/12/2024	272	362 kN	737 N/mm²	134%		
8	barre pleine filetée Ø25 mm 500 Mpa	550 N/mm²	491 mm²	270 kN	19/12/2024	277	368 kN	750 N/mm²	136%		
9	barre pleine filetée Ø25 mm 500 Mpa	550 N/mm²	491 mm²	270 kN	19/12/2024	272,8	363 kN	739 N/mm²	134%		
10	barre pleine filetée Ø25 mm 500 Mpa	550 N/mm²	491 mm²	270 kN	19/12/2024	271,2	361 kN	735 N/mm²	134%		
8	barre pleine filetée Ø28 mm 500 Mpa	550 N/mm²	616 mm²	340 kN	11/02/2025	530,2	449 kN	729 N/mm²	132%	448	1%
9	barre pleine filetée Ø28 mm 500 Mpa	550 N/mm²	616 mm²	340 kN	11/02/2025	533	451 kN	733 N/mm²	133%		
9	barre pleine filetée Ø28 mm 500 Mpa	550 N/mm²	616 mm²	340 kN	11/02/2025	525,3	445 kN	722 N/mm²	131%		
9	barre pleine filetée Ø28 mm 500 Mpa	550 N/mm²	616 mm²	340 kN	11/02/2025	529,3	448 kN	728 N/mm²	132%		
8	barre pleine filetée Ø32 mm 500 Mpa	550 N/mm²	804 mm²	440 kN	11/02/2025	662,2	561 kN	698 N/mm²	127%	565	1%
9	barre pleine filetée Ø32 mm 500 Mpa	550 N/mm²	804 mm²	440 kN	11/02/2025	677,4	574 kN	714 N/mm²	130%		
9	barre pleine filetée Ø32 mm 500 Mpa	550 N/mm²	804 mm²	440 kN	11/02/2025	661,1	560 kN	696 N/mm²	127%		
9	barre pleine filetée Ø32 mm 500 Mpa	550 N/mm²	804 mm²	440 kN	11/02/2025	665,3	564 kN	701 N/mm²	128%		
24	Autoforant Ø32 510 mm² 500 Mpa	650 N/mm²	510 mm²	360 kN	19/12/2024	320	426 kN	835 N/mm²	118%	437	2%
13	Autoforant Ø32 510 mm² 500 Mpa	650 N/mm²	510 mm²	360 kN	19/12/2024	335	446 kN	874 N/mm²	124%		
14	Autoforant Ø32 510 mm² 500 Mpa	650 N/mm²	510 mm²	360 kN	19/12/2024	331	440 kN	863 N/mm²	122%		
15	Autoforant Ø38 740 mm² 500 Mpa	650 N/mm²	740 mm²	500 kN	19/12/2024	492	654 kN	884 N/mm²	131%	642	2%
16	Autoforant Ø38 740 mm² 500 Mpa	650 N/mm²	740 mm²	500 kN	19/12/2024	485	645 kN	872 N/mm²	129%		
17	Autoforant Ø38 740 mm² 500 Mpa	650 N/mm²	740 mm²	500 kN	19/12/2024	472	628 kN	848 N/mm²	126%		
5	barre pleine filetée Ø22 mm 670 Mpa	800 N/mm²	380 mm²	304 kN	11/02/2025	388,8	329 kN	867 N/mm²	108%	322	3%
6	barre pleine filetée Ø22 mm 670 Mpa	800 N/mm²	380 mm²	304 kN	11/02/2025	383,6	325 kN	855 N/mm²	107%		
7	barre pleine filetée Ø22 mm 670 Mpa	800 N/mm²	380 mm²	304 kN	11/02/2025	369,2	313 kN	823 N/mm²	103%		
1	barre pleine filetée Ø28 mm 670 Mpa	800 N/mm²	616 mm²	393 kN	04/12/2024	408	552 kN	895 N/mm²	140%	541	2%
25	barre pleine filetée Ø28 mm 670 Mpa	800 N/mm²	616 mm²	393 kN	19/12/2024	400	532 kN	864 N/mm²	135%		
26	barre pleine filetée Ø28 mm 670 Mpa	800 N/mm²	616 mm²	393 kN	19/12/2024	405	539 kN	874 N/mm²	137%		



Action Ecrans souples

Porteur : **INRAE**

- **Focus à cette rencontre**



Souhait Bureau C2ROP de savoir :

- Quels guides doivent être **repris / complétés**
- Quel **volume de travail** pour les reprendre

Questionnaire à compléter

