



# Maintenance des micro centrales hydroélectriques

# MAINTENANCE et PREVENTION DES RISQUES



# Un partenariat au service des microcentrales



Une société  
et  
Un cabinet d'assurance

Spécialistes des  
Microcentrales  
Hydroélectriques





# Assurance / Gestion des risques



Le Cabinet **EXPERA Assurances** est une société ayant deux activités :

- Agents Généraux d'Assurances mandataire des compagnies du groupe MMA – DAS - COVEA
- Courtiers en assurance en relation avec les plus grandes compagnies d'assurances

**Spécialiste dans l'assurance des Centrales Hydroélectrique depuis plus de 50 ans**

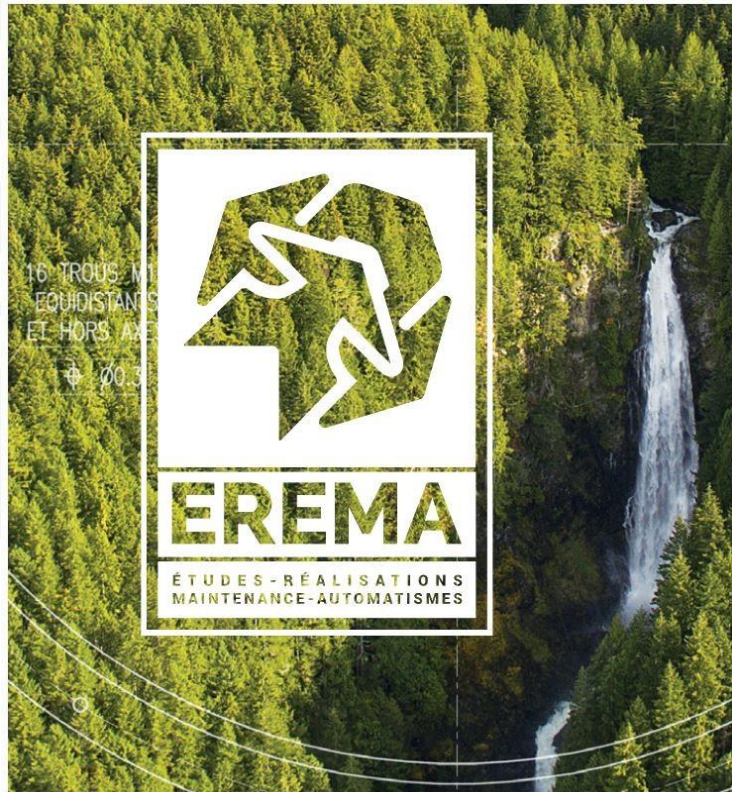
<b>1er</b> CABINET EN ISÈRE	<b>35</b> COLLABORATEURS	<b>25M€</b> DE PRIMES GÉRÉES	<b>+ de 15000</b> CLIENTS
--------------------------------	-----------------------------	---------------------------------	------------------------------

<https://www.expera-assurances.fr/>





# Exploitation et maintenance des microcentrales



Étude

RÉalisation

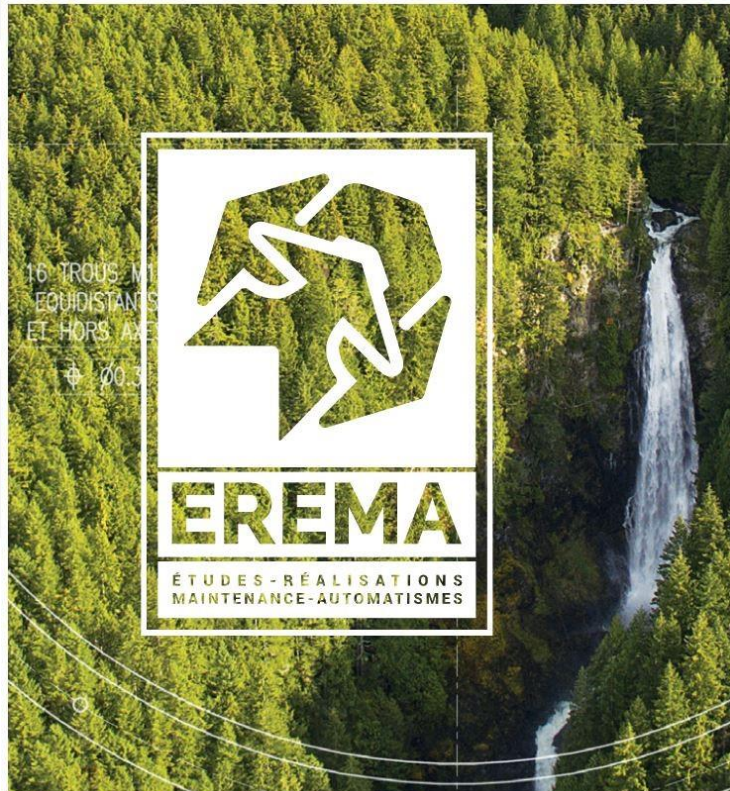
MAINTENANCE

Automatisme





# Quatre Pôles à votre service



## Pôle Étude

- Etude technico-économique. De l'avant projet au projet détaillé. A.M.O.

## Pôle Réalisation / Automatismes

- Conception et réalisation électromécanique. Contrôle commande.

## Pôle Administratif / Formation

- Formation à l'exploitation des centrales hydroélectriques

## Pôle Exploitation / Maintenance

- Exploitation. Contrat de Maintenance. Optimisation des installations.

# Qu'est ce que la maintenance

- Selon le Larousse :

La maintenance est l'ensemble des opérations permettant de **maintenir** ou de **rétablir** un matériel dans un état donné, ou de lui **restituer des caractéristiques** de fonctionnement spécifiées.

- Pour EREMA et les producteurs autonomes en général :

- C'est conserver l'outil de production dans le meilleur état possible, le plus longtemps possible
- Réduire les coûts d'entretien et minimiser les arrêts donc les pertes de production
- Améliorer les installations pour optimiser la production
- **Prévoir et anticiper** de façon à avoir le moins de problème possible et ceci à tous les niveaux

Maintenance et prévention vont donc nécessairement de paire





# Connaitre les dangers et évaluer les risques

- Garder à l'esprit que nos installations sont potentiellement dangereuses
- Mener une réflexion sur les dangers et les risques générés par nos installations
  - Risques pour l'environnement
  - Risques pour les personnes
  - Risques pour les machines / les installations de production

- **Objectif : identifier, évaluer et maîtriser ces risques**

(à noter que cette évaluation doit être périodiquement réévaluée pour que l'action soit efficace)



# Prévention du risque environnemental

- Nous ne sommes pas les seuls usagés des cours d'eau et des sites sur lesquels nos centrales sont implantées
- Ne pas minimiser les nuisances générées par une microcentrale

Nuisances sonores

Risque de pollution

- Présence d'hydrocarbures
- Batteries
- Condensateurs (risques d'incendie et fumées toxiques)

Chasses et Vidanges mal gérées

Etc.

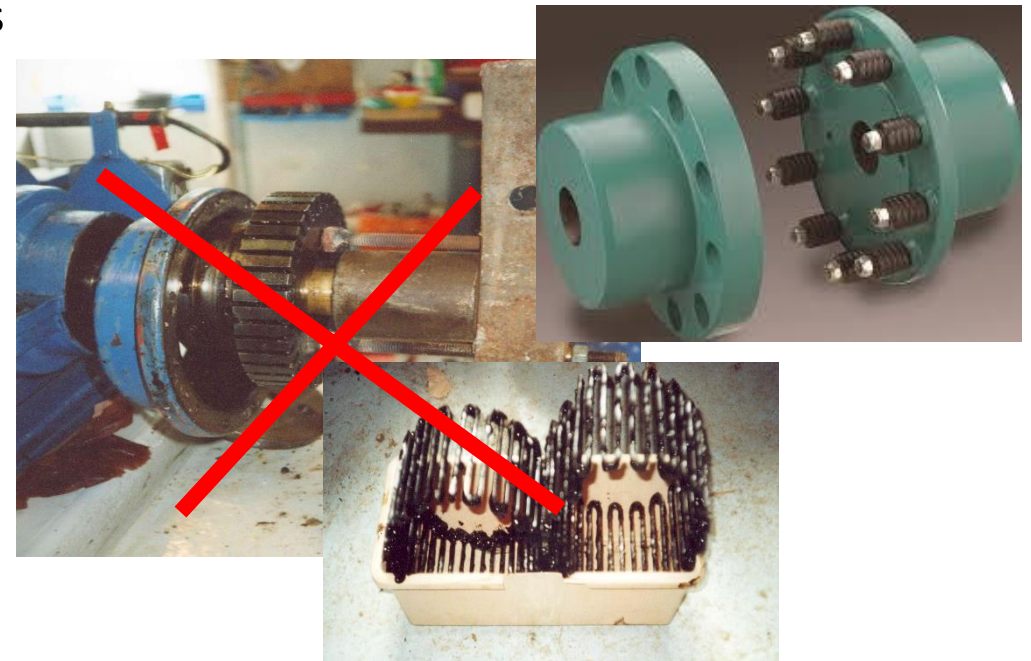




# Prévention du risque environnemental

- Nous ne sommes pas les seuls usagés des cours d'eau et des sites sur lesquels nos centrales sont implantées
- Ne pas minimiser les nuisances générées par une microcentrale
- Les outils pour réduire l'impacte sur l'environnement
  - Choix des équipements
    - Faire le choix de ne plus utiliser d'hydrocarbures par exemple

Exemple : Choisir un accouplement sec



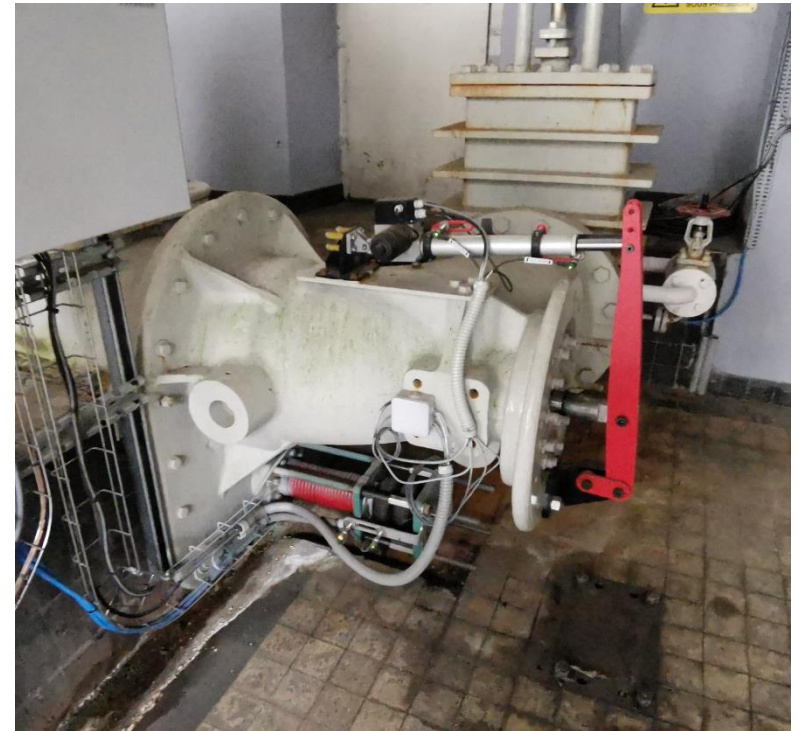




# Prévention du risque environnemental

- Nous ne sommes pas les seuls usagés des cours d'eau et des sites sur lesquels nos centrales sont implantées
- Ne pas minimiser les nuisances générées par une microcentrale
- Les outils pour réduire l'impacte sur l'environnement
  - Choix des équipements
    - Faire le choix de ne plus utiliser d'hydrocarbures par exemple

Ex : Remplacer des actionneurs hydrauliques par des actionneurs électriques ou pneumatiques







# Prévention du risque environnemental

- Nous ne sommes pas les seuls usagés des cours d'eau et des sites sur lesquels nos centrales sont implantées
- Ne pas minimiser les nuisances générées par une microcentrale
- Les outils pour réduire l'impacte sur l'environnement
  - Choix des équipements
    - Faire le choix de ne plus utiliser d'hydrocarbures par exemple
  - Choisir des lubrifiants et produits d'entretien biocompatibles
  - Gérer de manière responsable les déchets







# Prévention du risque pour les personnes

- **INFORMER – SIGNALER**
- Protection de l'usagé « lambda » du cours d'eau et des abords de nos installations
  - Protéger les accès aux ouvrages
  - Informer du danger
- Protection du personnel et des différents intervenants
  - Procéder aux contrôles périodiques obligatoires
  - Informer et former les salariés, les intervenants extérieurs ou soi même le cas échéant
- Protection collective et protection individuelle
  - E.P.C. (échelle à crinoline, barrière, panneaux d'avertissement, etc.)
  - E.P.I. (Casque, gants, chaussures de sécurité, etc.)
  - E.P.I. « partagée » (EPI et matériel de protections manipulation HTA)





# Prévention du risque pour les installations

## La Maintenance

- Conserver l'installation dans l'état => Réparation ou modification ce qui se détériore au fur et à mesure des aléas
- Faire évoluer l'état de l'installation => Rénovation partielle ou totale de l'installation
- Dans le cadre de la création ou de la rénovation le **choix du matériel** est primordial
  - Ce choix pourra permettre de limiter les risques (pollution, casse, etc.)
  - Pourra permettre d'optimiser les opérations de maintenance et de réduire les pertes d'exploitation
- Les principaux types de maintenance
  - La maintenance préventive, systématique, conditionnelle et évolutive
  - La maintenance prédictive
  - La maintenance corrective, palliative et curative



# Maintenance préventive systématique

TABLEAU DE MAINTENANCE ANNUELLE ET PLURI-ANNUELLE

- Des interventions programmées suivant un échéancier déterminé et une procédure définie
  - le Plan de maintenance
  - ou Gammes de maintenance
- Des actions à réaliser définies en fonction des données constructeur, des dispositions réglementaires, de l'analyse des comportements antérieurs de l'installation
- Importance de la consignation des actions réalisées

Lieu	Fréq.	Centrale d'Argentine 2	2021	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Contrôles et actions mensuels et annuels															
PDE	1	Graissage vannes / crémaillères													
PDE	1	Dégravage en fonction des besoins													
PDE	1	Contrôle des batteries													
PDE	12	Test vanne survitresse													
PDE	2	Entretien espaces vert													
PDE	1	Contrôle des batteries													
PDE	1	Nettoyage chambre de mise en charge													
PDE	1	Contrôle réglage contre-poids de la VDT													
PDE	1	Visite approfondie du barrage													
PDE	1	Graissage axe VDS													
CF	12	Inspection visuelle extérieure de la conduite (recherche de fuites / chute d'arbre...)													
C	2	Graissage déflecteurs													
C	1	Contrôle visuel et fonctionnel du pont roulant													
C	2	Rangement intérieur et extérieur													
C	2	Entretien espaces vert													
C	2	Nettoyage du sol intérieur													
C	2	Voyages à la déchetterie (en fonction des besoins)													
C	2	Contrôle roues / pointeaux													
C	1	Nettoyage croisillons													
C	1	Mesure d'isolement alternateurs et excitatrices													
C	4	Nettoyage et dépoussiérage armoires électrique BT													





# Maintenance préventive conditionnelle

TABEAU DE MAINTENANCE ANNUELLE ET PLURI-ANNUELLE

- C'est l'ensemble des interventions de maintenance déclenchées suite à une observation ou selon des critères d'usure ou de détérioration prématurée
  - Ces interventions peuvent être déclenchées suite à une simple observation ou une analyse plus approfondie
- C'est la forme la plus aboutie de la maintenance car elle « colle » à l'état réel et en temps réel de la machine

Lieu	Fréq.	Centrale d'Argentine 2	2021	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Contrôles et actions mensuels et annuels															
PDE	1	Graissage vannes / crémaillères													
PDE	1	Dégravage en fonction des besoins													
PDE	1	Contrôle des batteries													
PDE	12	Test vanne survitesse													
PDE	2	Entretien espaces vert													
PDE	1	Contrôle des batteries													
PDE	1	Nettoyage chambre de mise en charge													
PDE	1	Contrôle réglage contre-poids de la VDT													
PDE	1	Visite approfondie du barrage													
PDE	1	Graissage axe VDS													
CF	12	Inspection visuelle extérieure de la conduite (recherche de fuites / chute d'arbre...)													
C	2	Graissage déflecteurs													
C	1	Contrôle visuel et fonctionnel du pont roulant													
C	2	Rangement intérieur et extérieur													
C	2	Entretien espaces vert													
C	2	Nettoyage du sol intérieur													
C	2	Voyages à la déchetterie (en fonction des besoins)													
C	2	Contrôle roues / pointeaux													
C	1	Nettoyage croisillons													
C	1	Mesure d'isolement alternateurs et excitatrices													
C	4	Nettoyage et dépoussiérage armoires électrique BT													

# Maintenance préventive : le rôle des « gardiens »

- Les visites périodiques du gardien : la base de la maintenance préventive
  - Les observations de l'opérateur sont indispensables
  - la vue, l'odeur, l'ouïe, le touché sont autant d'informations que la technologie ne pourra pas reporter
  - Connaitre les installations est primordial : ne pas hésiter à passer du temps dans les centrales et les prises d'eau
  
- La main courante :
  - Consigner les évènements est important
  - Permet de conserver un historique des évènements, de pouvoir analyser le comportement de l'installation et d'adapter le plan de maintenance le cas échéant



## Main courante Janvier 2020

Initiales Intervenant(s)	Date	Descriptif des événements, des interventions, des entretiens courants (visites, contrôles, etc) et des propositions d'amélioration	Qualification des évènements		
			Etat	Zone	
SJP	02/01/20 - 00:00	Visite et controles centrale et prise d'eau, graissage vannes prise d'eau, graissage injecteurs G1 et G2	Entretien Courant	Classé sans suite	Centrale
SJP	06/01/20 - 00:00	Défaut potentiomètre injecteur 1 G2	Défaut	A Traiter	G2
SJP	07/01/20 - 00:00	Remplacement potentiomètre injecteur 1 G2	Défaut	Soldé	G2
SJP	08/01/20 - 00:00	Visite Artelia	Entretien Courant	Classé sans suite	Centrale
SJP	09/01/20 - 00:00	Réglage fin de course déflecteur 1/3 G1, réparation éclairage bureau	Défaut	Soldé	G1
SJP	17/01/20 - 00:00	Visite et controles centrale	Entretien Courant	Classé sans suite	Centrale
SJP	28/01/20 - 00:00	Visite et contrôles centrale	Entretien Courant	Classé sans suite	Centrale





# Maintenance préventive : les rapports et l'analyse

- Les rapports mensuels et l'analyse des évènements, des raisons des arrêts et des pertes de production
  - Etablis sur la base des mains courantes et des différents relevés de données (production et autres paramètres)
  - Permettent une analyse du comportement de l'installation et de l'influence des paramètres « extérieurs »
  - C'est le support de la maintenance évolutive



## Maintenance évolutive

- Elle consiste à adapter les plans de maintenance et les procédures selon l'analyse des évènements passés et des actions de maintenance conditionnelle

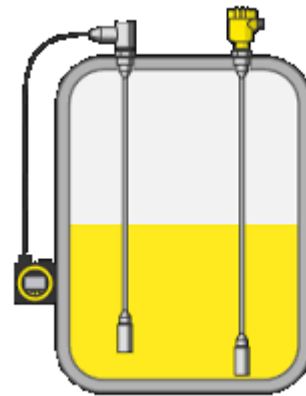


# Maintenance préventive : Les outils

## ■ Les capteurs

Ils permettent de visualiser précisément les valeurs utiles

- Sondes de niveaux
- Niveaux d'huile des paliers
- Sondes de pressions
- Capteurs de vibration
- Sondes de températures
- Détecteurs d'ensablement
- etc.



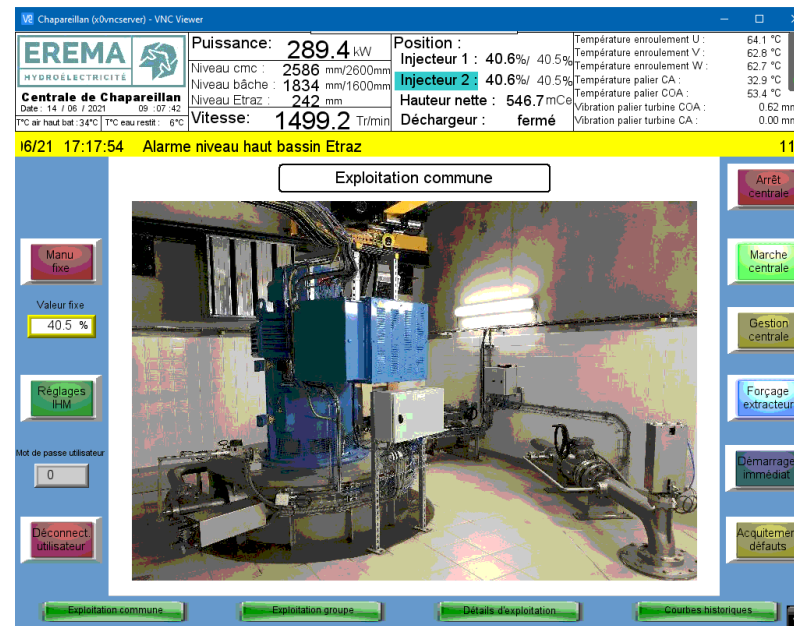
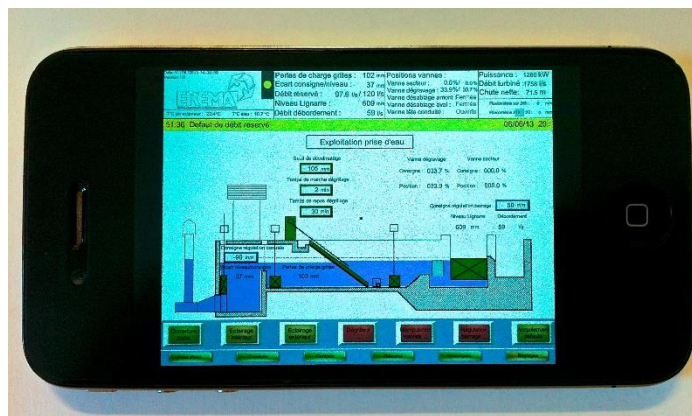




# Maintenance préventive : Les outils

## ■ Les I.H.M (Interfaces Homme Machine)

- Permettent de piloter les installations
- Permettent un suivi en temps réel
- Installés sur site et accessibles à distance





# Maintenance préventive : Les outils

## ■ Les automates de télétransmission

- Ils stockent les données horodatées : valeurs et événements
- Ils transmettent les données et les alarmes à la supervision



- L'IHM et l'automate de télétransmission font partie de la chaîne d'un indispensable monitoring fiable et efficace

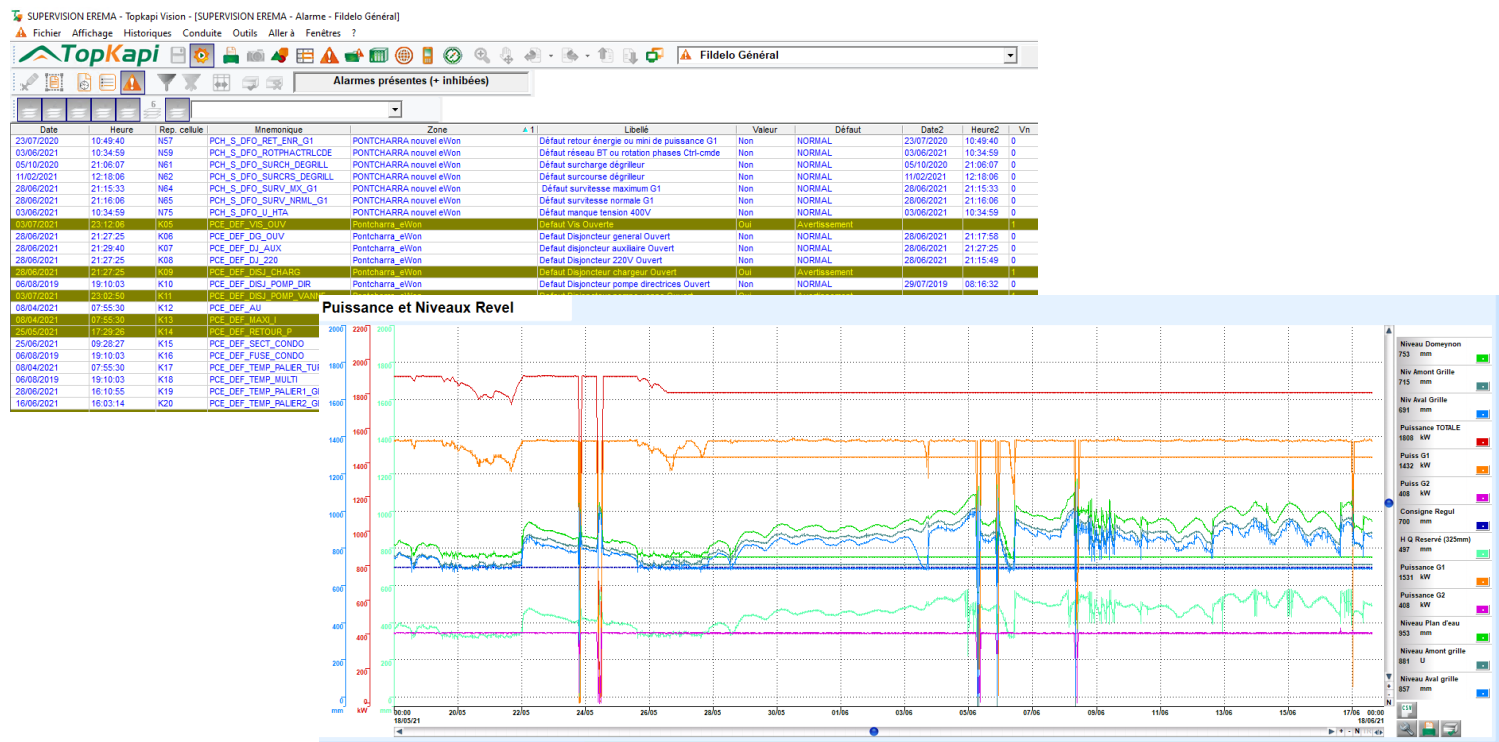




# Maintenance préventive : Les outils

## La supervision

- Suivi des évènements
- Renvoi les alarmes à l'astreinte
- Analyse des valeurs numériques
  - Niveaux
  - Puissances
  - Températures
  - Pressions
  - Vibrations
  - Etc.



# Maintenance préventive : les contrôles

- Les contrôles périodiques réglementaires et obligatoires
  - Imposés par la loi et exigés par les compagnies d'assurance, spécifiquement en cas de sinistre
  - Ils contribuent à la maintenance de l'installation et à la sécurité de tous
- Contrôle des appareils de levage
- Contrôles électriques => certificat Q18
- Contrôles thermographiques => certificat Q19
- Contrôles des appareils de lutte contre l'incendie (extincteurs, etc.) => certificat Q4







# Les risques d'incendie

Depuis 2016, de nombreux incendie se sont produits à l'intérieur d'armoires Basse-tension contenant des batteries de condensateurs.

Exemple de sinistre: Un incendie d'une batterie de condensateurs endommage un local électrique.



Incendie sur batteries de condensateurs



Domages sur armoire électrique

Domages matériels : 350 000€  
Perte d'exploitation : 450 000€  
**TOTAL : 800 000€**

## Avis Préventeur

- Souscrire un contrat de maintenance et d'entretien de son installation électrique auprès d'un professionnel
- Opter pour une maintenance préventive et faire une vérification annuelle de bon fonctionnement et de l'état des batteries



Vue d'une armoire BT avec batteries de condensateurs





# Les risques d'incendie

Autre sinistre sur batterie de condensateur : Incendie ayant pris naissance dans l'armoire des condensateurs



L'ensemble des composants intérieurs ont été endommagés par l'incendie et des fumées et suies se sont dégagées dans les locaux et sur le restant du matériel (notamment sur la génératrice).

Cause du sinistre : problème sur le matériel d'origine

## Rappel prévention Incendie indispensable:

- Thermographie infrarouge (Q19)
- Vérification des extincteurs 1 fois/an (Q4)
- Vérification installation électrique 1f ois/an (Q18)



# Maintenance dite « prédictive »

- La maintenance prédictive : systématique et parfois contextuelle
- La maintenance prédictive est l'action de « prédire » et d'évaluer l'état d'une machine sans nécessiter de lourdes opérations de démontage. Action non intrusive.
- Généralement, on fait appel à des techniciens spécialisés pour analyser le comportement et la « santé » de la machine.



# Les outils de la Maintenance prédictive

- L'analyse vibratoire : contrôle périodique prédictif \*
  - Permet de percevoir, bien avant que ne se manifeste des signes perceptibles par le technicien de maintenance, une anomalie ou une dérive de valeur, préalable à la dégradation d'une pièce mobile.

\* demandé par les compagnies d'assurances



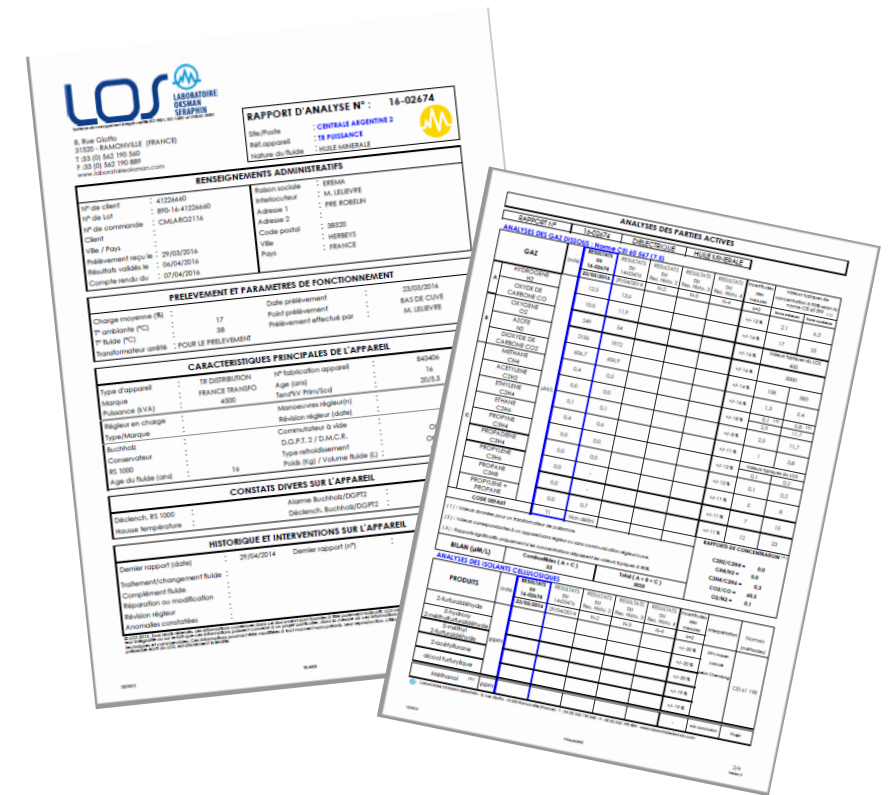




# Les outils de la Maintenance prédictive

## ■ L'analyse de l'huile diélectrique des transformateurs HTA\*

- Permet de percevoir une dégradation de l'état des transformateurs.
- Permet d'évaluer la « vitesse » d'évolution de l'état des transformateurs.



\* demandé par les compagnies d'assurances



# Les outils de la Maintenance prédictive

## ■ L'analyse thermographique électrique et mécanique\*

- Permettent de mesurer à distance, par visée optique, la température d'une pièce, sans la toucher
- échauffement mécanique de paliers, arbres, engrenages, moteurs, etc...
- échauffement de pièces électriques sous tension (en charge) : permet de voir les défauts de serrage, de connexions, la température des bobinages, des composants, câbles, contacts, isolants...

Ne permet pas de voir un problème sur un contact intermittent non activé.

*\* demandé par les compagnies d'assurances*



*Thermographie palier  
alternateur et accouplement*





# Les outils de la Maintenance prédictive

## ■ La vidéoscopie / Endoscopie

- La vidéoscopie permet de visualiser et d'apprécier l'état interne d'une pièce sans avoir recourt au démontage. Elle présente l'avantage de déterminer rapidement et a faible coût une panne ou un risque de panne
- Grace à une technologie ultra moderne, la tête motorisée de 3,5mm peut se faufiler entre des billes de roulement, entre des arbres de multiplicateurs, dans une chambre de combustion etc...

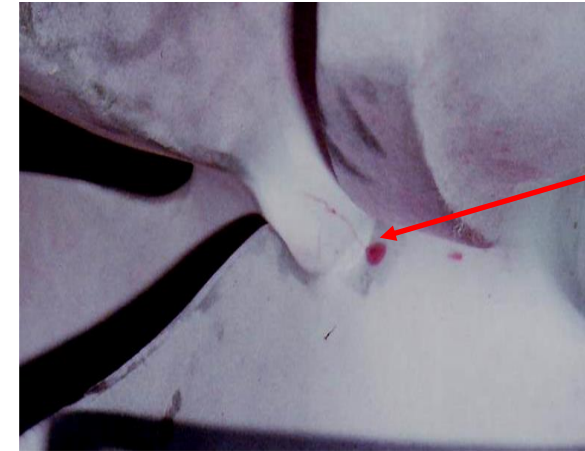




# Les outils de la Maintenance prédictive

## ■ Ressuage et magnétoscopie

- Permettent d'évaluer les défauts de structure du métal, les fissures et points de fatigue
- réalisé à l'aide d'aérosols d'un produit pénétrant (rouge) puis d'un produit révélateur, (blanc).
- Le ressuage est une méthode incontournable pour limiter les risques de ruptures.



Fissure



# Les autres demandes des compagnies d'assurance

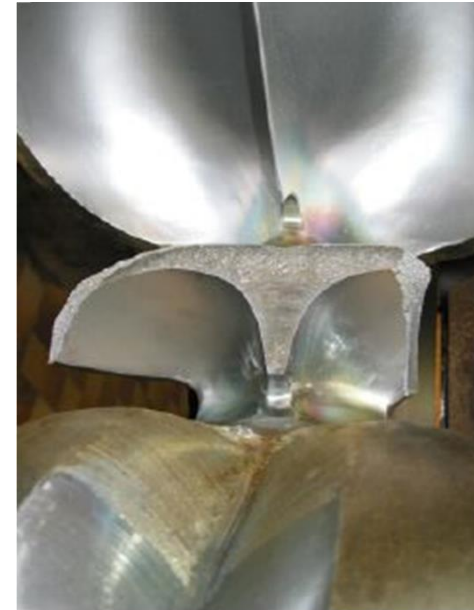
- En complément des contrôles précités, les compagnies d'assurances prennent en compte les mesures de préventions suivantes :
  - Analyse vibratoire permanente des paliers tournants et roulements (turbine et alternateur)
  - En présence de multiplicateurs : analyse annuelle des huiles
  - Présence de capteurs de température sur les paliers de turbine et de génératrice avec un seuil de défaut température haute déclenchant l'arrêt du groupe
  - Présence d'une protection contre la survitesse

La Maintenance permet d'assurer une bonne exploitation de nos installations, le tout dans le cadre d'une prévention accrue.



# Maintenance corrective, palliative et curative

- C'est l'ensemble des interventions réalisées suite à une défaillance
- La maintenance corrective ou palliative
  - couramment appelée « dépannage » est la plus impactante et nécessite un service d'astreinte, 7/7j 24/24h
  - On peut considérer que les réparations effectuées sont temporaires.
  - Le matériel casse souvent lorsqu'il est le plus sollicité donc en pleine production, ce qui se traduit fréquemment par :
    - Des pertes d'exploitation maximale
    - Une obligation de travailler dans l'urgence
    - Des difficultés à trouver les pièces de rechange qui ne sont pas toujours disponibles



Rupture d'auget sur une turbine Pelton





# Maintenance corrective, palliative et curative

- Les principales causes d'une défaillance sont :
  - Le manque d'entretien,
  - Le manque de surveillance
  - Les impondérables (météo, qualité du matériel, etc.)
- La maintenance dite « curative » découle souvent de la maintenance palliative  
C'est le traitement efficace et définitif d'un incident, la remise en état initial de l'outil de production  
(méthodes de travail et des techniques adaptées)
- La maintenance curative peut être programmée.  
Elle est tributaire de la disponibilité des pièces et de la main d'œuvre.  
Généralement les travaux de curatif sont programmés en période de moindre productible.

Le manque d'entretien et de surveillance régulière peut aboutir à des sinistres tels que Bris de machine, etc.





# Exemples bris de machine

Une importante fumée s'est dégagée par le système de ventilation de la génératrice.

La Cause:

Domage électrique sur le bobinage du stator de la machine, départ de feu suite échauffement.

Montant des dommages: 383 000€

Perte d'exploitation : 36 000€



Rotor, avec trace d'échauffement au droit des désordres sur le stator



Vue d'ensemble du stator



Vestiges d'un nid d'insectes sur le ventilateur





# Exemples de sinistre Bris de machine

Rupture d'auget sur une turbine Pelton.  
Cas rare de sinistre



Autre cas de sinistre exceptionnel :  
le coup de Béliet.





# Evènements naturels

Les centrales sont souvent isolées de toute habitation, c'est pourquoi, lorsqu'elle subisse un évènement naturel, il n'est pas déclaré en préfecture d'arrêt de catastrophe naturelle.

C'est pourquoi, il est important de prévoir cette garantie au contrat d'exploitation, permettant, dans la plupart des contrats d'assurances, de prévoir les évènements naturels

- Les coulées de boues,
- Les chutes de pierres,
- Les glissements de terrain,
- Le poids de la neige,
- Les chutes d'arbres
- Les crues.



Photo de la casse d'une conduite forcée suite glissement de terrain.





# Evènements naturels : exemple de sinistre

## Chute de Pierre sur une prise d'eau

- Perte d'exploitation suite au sinistre : **8 050 € HT**
- Coût de remise en état de la prise d'eau : **71 900 € HT**







# Evènements naturels : exemple de sinistre

## Crue centennale sur rivière

Montant des dommages:

- Bâtiment : 127 841 € HT
- Génie Civil : 180 675 € HT
- Matériel 116 595 € HT
- Perte d'exploitation 39 431 € HT
- **Soit un total de 464 542€ HT**



Plate forme d'accès à la centrale entièrement détériorée



Détériorations des abords de la passe à poissons remontée canal de décharge



Armoires submergées à remplacer

Fosse turbine

Niveau de montée des eaux



# Les pertes d'exploitation

La perte d'exploitation est une garantie essentielle en cas d'arrêt de la centrale en cas de sinistre et notamment en cas de sinistre Incendie, Bris de machine (dont les évènements naturels).

La garantie des pertes d'exploitation est là pour assurer les charges fixes et le bénéfice perdu lors d'évènements tels que nous avons pu le constater dans les exemples et notamment :

- Les salaires
- Les échéances de crédit bancaires
- Assurer une continuité dans l'exploitation de la centrale

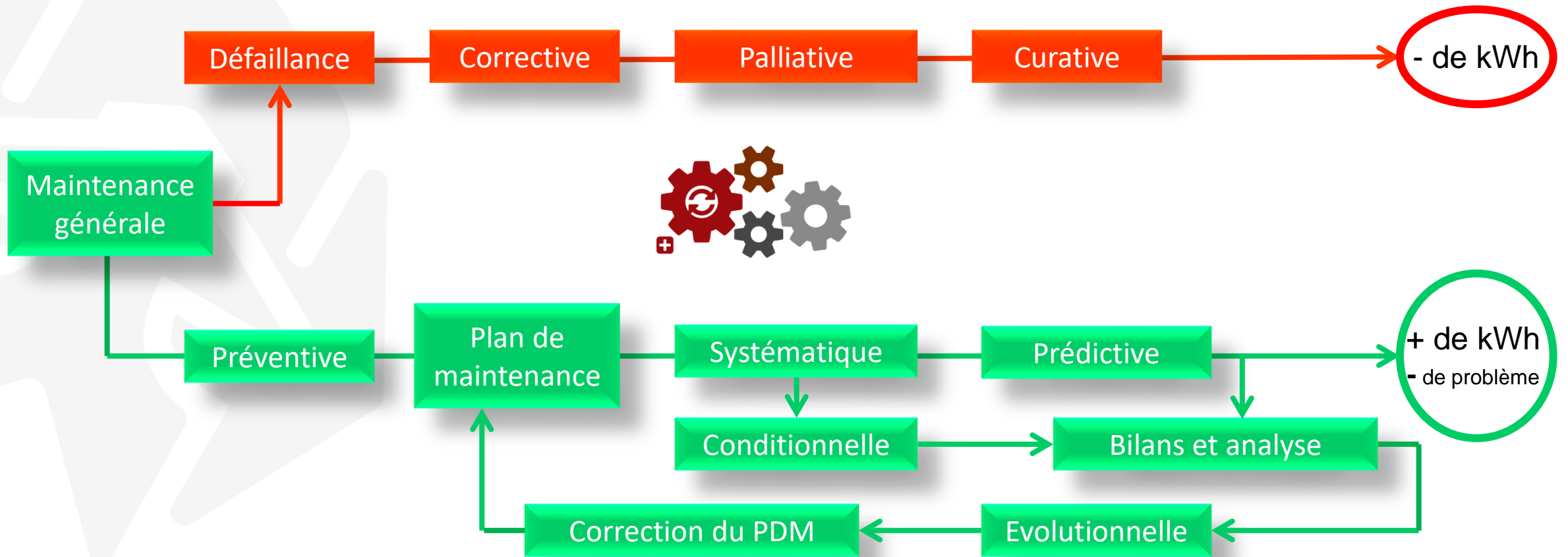
La Perte d'exploitation doit être évaluée en fonction du mode de fonctionnement de la centrale.

En effet, le fait d'avoir du matériel en stock permet de minimiser le montant des recettes à assurer, ainsi que la durée de l'indemnité et par conséquent la diminution du tarif d'assurance sur cette garantie.

Exemple: la casse d'une roue.



# En résumé... Schéma de maintenance





# Merci de votre attention.

## Contacts.



Laureen GUISADO  
Chargée d'Affaires Entreprises  
Spécialiste des Collectivités Publiques et des ENR  
LD : 04 76 44 96 42 / Portable : 06 02 19 96 09  
[laureen.guisado@mma.fr](mailto:laureen.guisado@mma.fr)



**EREMA**  
Etudes - Réalisations - Maintenance - Automatismes  
Z.A PRE ROBELIN 358, ROUTE D'URIAGE  
38320 HERBEYS  
TEL (33) 04 76 72 03 76 - FAX (33) 04 76 72 07 34  
EMAIL : [CONTACT@EREMA.FR](mailto:CONTACT@EREMA.FR)