

Contribution de l'ergonomie à la caractérisation des déterminants de situations d'exposition à des rayonnements ionisants : le cas de deux métiers de maintenance du nucléaire

Alain Garrigou, Dpt. HSE, IUT Univ. de Bordeaux 1

Gabriel Carballeda, Cabinet Indigo ergonomie

Gonzague Abéla, CAPE/GPR/DPN/EDF

Plan

Introduction

1 - Rappels de l'étude END

2 - Une analyse des déterminants de l'exposition des calorifugeurs à des rayonnements ionisants

3 - Discussion

Introduction

- Des études ergonomiques à la demande d'EDF
- Collaboration avec les entreprises prestataires concernées
- Un retour d'expérience à partir de deux études : END et calorifugeurs
- Un angle d'attaque méthodologique
- Les enjeux de la pluridisciplinarité

1. Rappels de l'étude END

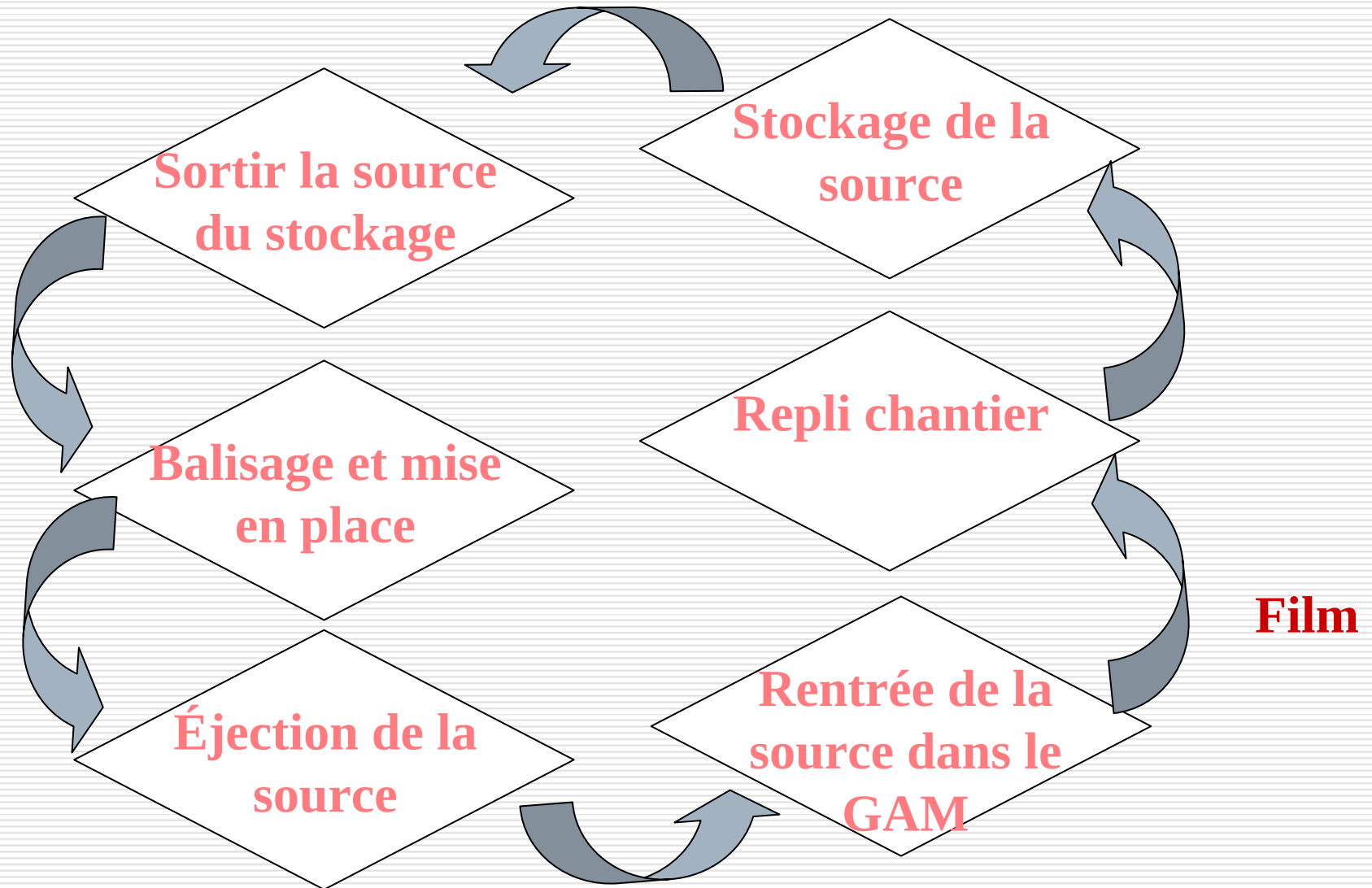
- Demande : des accidents radiologiques rares mais des doses importantes, sensibilité médiatique
- Démarche méthodologique :
 - Entretiens
 - Présentation des objectifs et de la démarche
 - Analyse de l'activité sur un site (6 nuits)
 - Validation par les personnes observées
 - Présentation des résultats à l'entreprise
 - Présentation des résultats au site

1. Rappels de l'étude END

□ Résultats :

- Une activité nocturne peu connue ;
- Des matériels présentés comme fiables;
- Des analyses d'accidents centré sur l'inattention des radiologues
- Un travail présenté *comme simple il suffirait de*
- *La nuit une absence de référent organisationnel*

Un travail « **simple** » : il suffirait de suivre les
bonnes procédures



Transport des équipements



Des postures à risques



Des postures à risques



1. Rappels de l'étude END

De nombreuses variabilités :

☐ Préparation

- Des connaissances du métier END variables selon les sites ;
- Des archives plus ou moins détaillées pour le DO ;
- Peu ou pas de visites préalables de chantier ;
- La préparation une étape plus ou moins intégrée, voire très limitée;

☐ Réalisation

- Implantation du local source ;
- Dimensionnement du balisage (négociation, intrusion) ;
- Stockage et transport du matériel ;
- Accessibilité aux soudures ;
- Organes en eau, positionnement des échafaudages, décalorifugeage, etc.
- Alternances d'attente et de pression temporelle ;
- Incidents matériels ;
- Ambiances physiques (dosimétrie, contamination, éclairage ...) ;
- Ajustement des temps de pose ;
- Incidents de développement ;
- Etc.

1. Rappels de l'étude END

Des savoir faire

- ☐ Des connaissances techniques ;
- ☐ L'utilisation des procédures ;
- ☐ Des savoir faire de gestion des variabilités :
 - Définir et mettre en place le balisage ;
 - Fixer la cassette du film et la canule (utilisation de scotch, sandows, sangles, etc.) ;
 - Centrer le film ;
 - Calculer le temps pose ;
 - Etc.
- ☐ Une détection collective *d'erreurs*
- ☐ Une attention soutenue et de nombreuses vérifications (individuelle et collective) ;

Individuel :

- Travail de nuit (phases de micro-sommeil)
- Routine
- Fatigue
- Pénibilité (effort-postures)
- Interruptions
- Conditions de récupération (sommeil, alimentation, médicaments ...)

Organisation dans l'action

- Intrusion dans le balisage ;
- Recherche d'information-documents
- Attentes – Nouvelles demandes
- Isolement organisationnel

Organisation :

- Changement de sites et temps de transfert
- Instabilité des collectifs
- Pression temporelle : préparation, Nb de tirs, GI, etc.)
- Pression organisationnelle (attendus des autres acteurs)

La vigilance c'est du travail

Aléas

Facteurs de dégradation de la vigilance

Equipements

- Incidents, blocage,
- Présentation de l'information
- Chariots et stockage

Environnement

- Accessibilité
- Ambiances physiques (éclairage, ...)
- Débit de dose
- Contamination

2 – Une analyse des déterminants de l'exposition des calorifugeurs à des rayonnements ionisants

- Dosimétrie collective des calorifugeurs trois fois supérieure à la moyenne des autres métiers de maintenance
- Méthodologie :
 - Construction sociale prestataire/Donneur d'ordre
 - Analyse de données
 - Entretiens
 - Suivi de chantier et analyse de l'activité

Découpage de l'activité en phases

- Préparation
- Habillage/déshabillage
- Repérage
- Manutention
- Déplacements
- Communication
- Montage/démontage des calorifuges
- Nettoyage
- Attente

Découpage de l'activité en phases

Pour certains chantiers des phases plus précises :

- ☐ *Postures pénibles (bras au dessus du cœur, couchée, à genoux ou accroupie, etc.)*
- ☐ *Travail de la laine (pose/dépose)*
- ☐ *Postures en équilibre*

Outils d'enregistrement

- ☐ **La vidéo** pour l'enregistrement du déroulement du chantier, des conditions spatiales et techniques d'intervention, ainsi que les pratiques des calorifugeurs. La vidéo étant également le support pour l'analyse a posteriori des chantiers.
- ☐ **Un Cardiofréquence mètre** pour enregistrer la fréquence cardiaque instantanée.
- ☐ **Un dosimètre** mesurant le débit de dose et la dose cumulée (capteurs alpha et gamma) et restituant des mesures équivalentes à la surface de la peau (0,07mm) et en profondeur à 10mm.

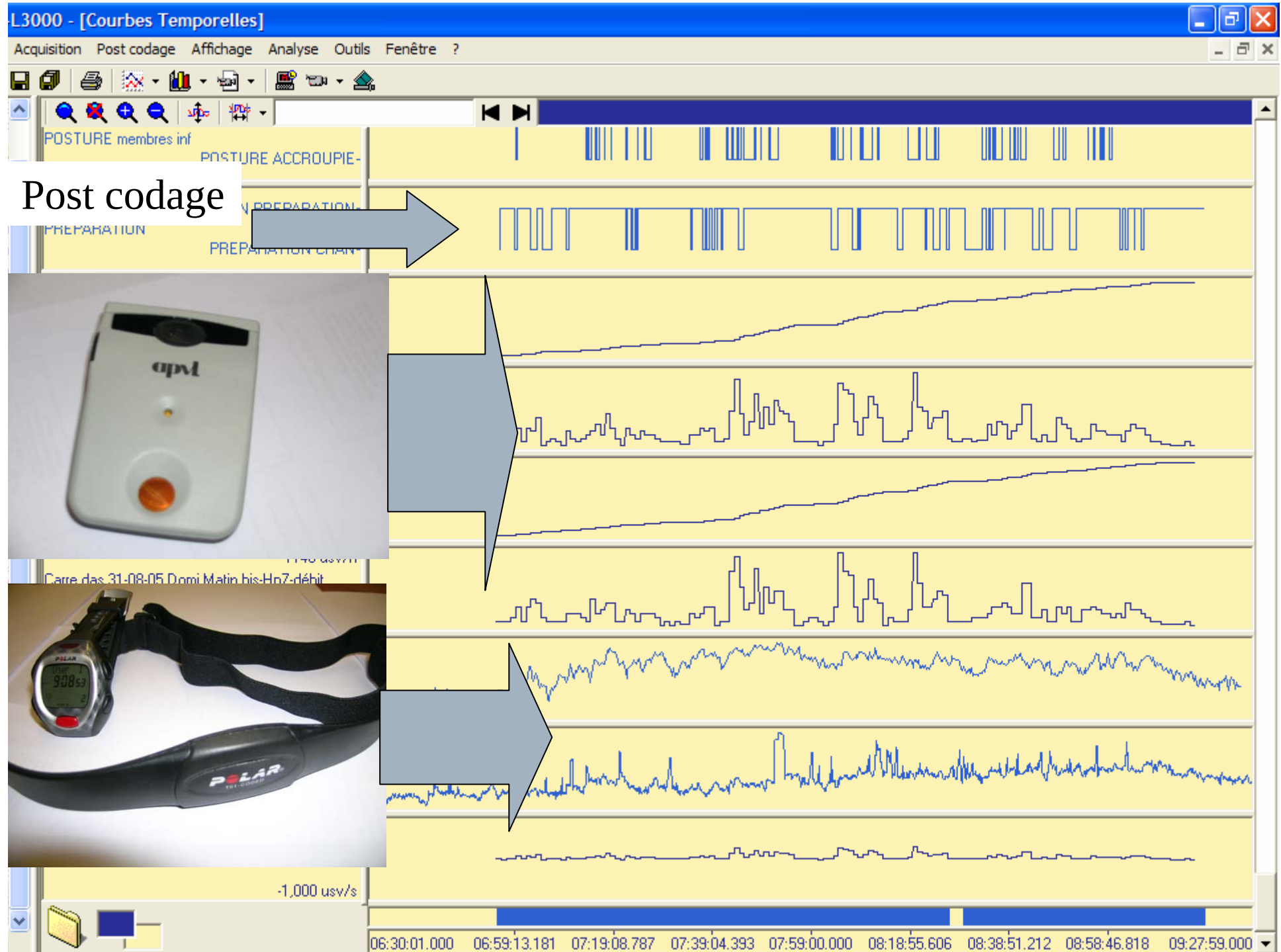
Développement d'un outil de traitement

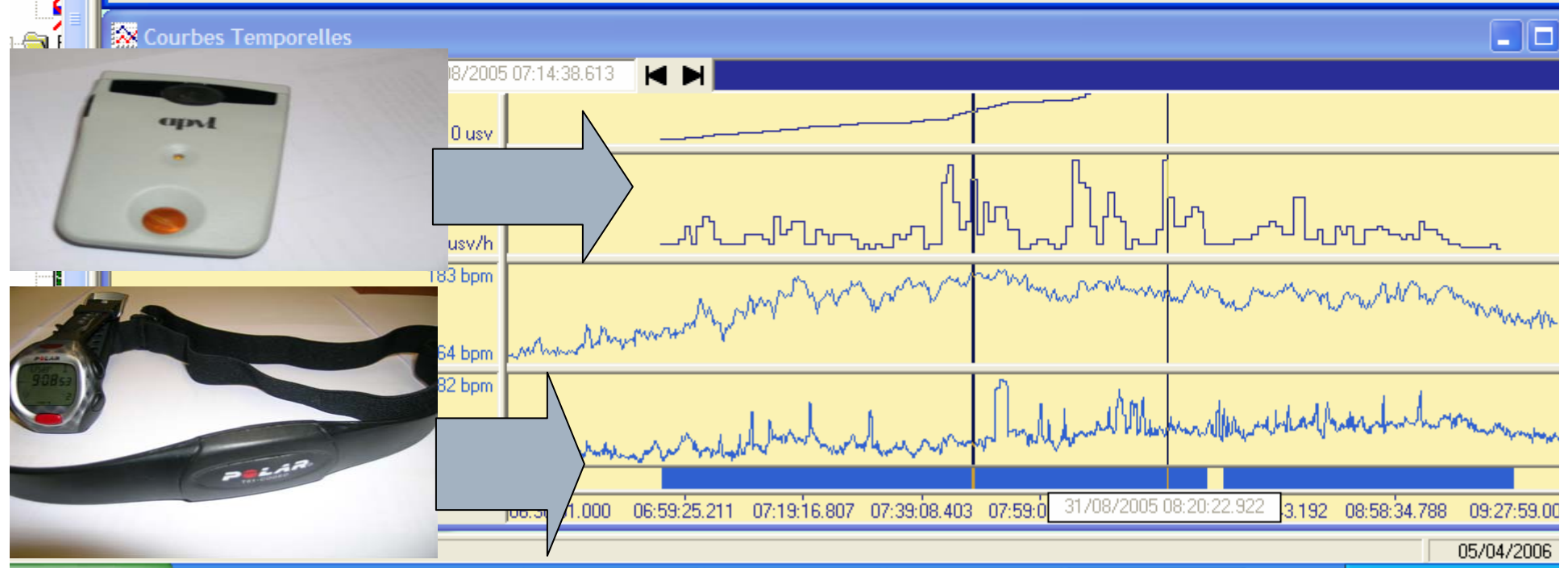
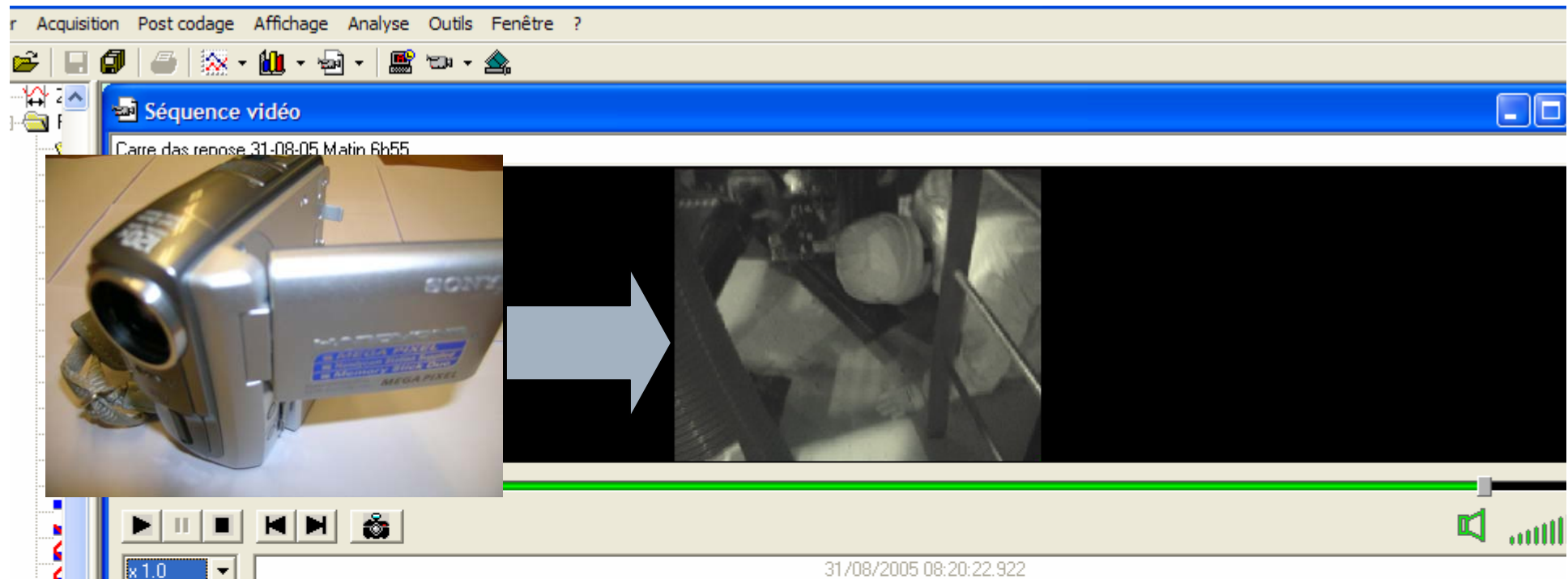
□ Polar © :

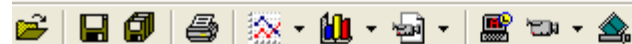
- Traitement des données de fréquence cardiaque

□ Captiv © : Intégration directe de l'ensemble des données enregistrées

- Couplage de la vidéo aux données enregistrement
- Croisement quantitatif et qualitatif des données
- Un développement spécifique pour intégrer le dosimètre et le traitement par phase de l'activité;



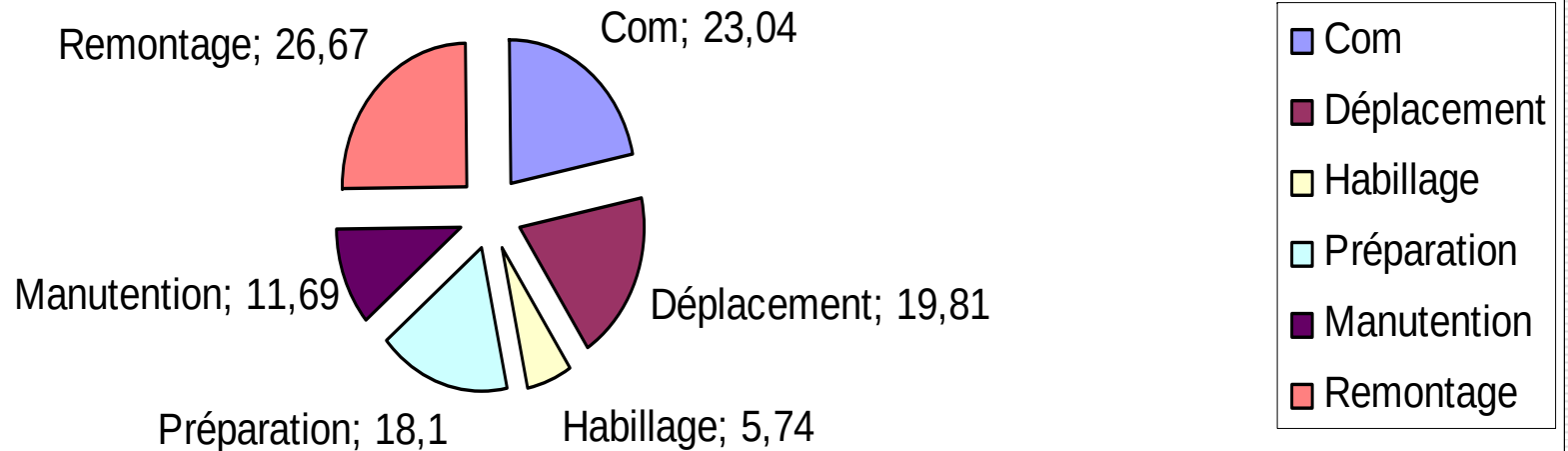




Classe	Recodage	N	% N	T Tot	% T To	T Min	T Max	T Moy
Accès	ESCALADE	2	40,00	00:00:25.172	0,30	00:00:08.410	00:00:16.762	00:00:12.586
	FIN ESCALADE	3	60,00	02:21:46.719	99,70	00:17:44.478	01:43:18.091	00:47:15.573
ATTENTE	ATTENTE	0						
	FIN ATTENTE	1	100,00	02:22:11.891	100,00	02:22:11.891	02:22:11.891	02:22:11.891
COM-COORD	COM-COORD	34	49,28	00:32:45.491	23,04	00:00:01.000	00:07:25.466	00:00:57.809
	FIN COM	35	50,72	01:49:26.400	76,96	00:00:20.603	00:16:15.143	00:03:07.611
Démontage cal	Début démonta	0						
	Fin démontage	0						
DEPLACEMENT	DEPLACEMENT	70	49,65	00:28:10.396	19,81	00:00:02.000	00:03:31.151	00:00:24.149
	FIN DEPLACEMENT	71	50,35	01:54:01.495	80,19	00:00:00.000	00:13:09.479	00:01:36.359
HABILLAGE	Fin HABILLAGE	11	52,38	02:14:02.052	94,26	00:00:40.529	00:30:52.953	00:12:11.096
	HABILLAGE	10	47,62	00:08:09.839	5,74	00:00:09.750	00:02:41.263	00:00:48.984
Incident	Début Erreur de	3	42,86	00:03:35.294	2,52	00:00:51.201	00:01:30.193	00:01:11.765
	Fin erreur de mc	4	57,14	02:18:36.597	97,48	00:12:56.574	00:54:14.947	00:34:39.149
MANUTENTION	FIN MANUTEN	34	50,75	02:05:34.797	88,31	00:00:03.956	00:26:05.345	00:03:41.612
	MANUTENTION	33	49,25	00:16:37.094	11,69	00:00:05.951	00:03:48.551	00:00:30.215
MONTAGE	FIN MONTAGE	25	51,02	01:44:16.356	73,33	00:00:17.400	00:17:53.413	00:04:10.254
	REMONTAGE	24	48,98	00:37:55.535	26,67	00:00:02.105	00:03:49.843	00:01:34.814
NETTOYAGE	FIN NETTOYAGE	0						
	NETTOYAGE	0						
POSTURE Bras	BRAS AU DES	1	33,33	00:00:16.102	0,19	00:00:16.102	00:00:16.102	00:00:16.102
	FIN BRAS AU L	2	66,67	02:21:55.789	99,81	00:04:44.808	02:17:10.981	01:10:57.894
POSTURE Cou	début posture c	29	50,00	00:32:58.939	23,19	00:00:02.719	00:18:50.325	00:01:08.239
	fin posture couc	29	50,00	01:49:12.952	76,81	00:00:03.563	00:18:31.095	00:03:45.964
POSTURE men	FIN POSTURE	50	50,51	01:54:58.936	80,86	00:00:04.081	00:18:50.325	00:02:17.979
	POSTURE ACC	49	49,49	00:27:12.955	19,14	00:00:01.563	00:02:16.947	00:00:33.326
PREPARATION	FIN PREPARA	34	50,00	01:56:27.714	81,90	00:00:08.510	00:17:34.464	00:03:25.521
	PREPARATION	34	50,00	00:25:44.177	18,10	00:00:00.000	00:03:27.540	00:00:45.417

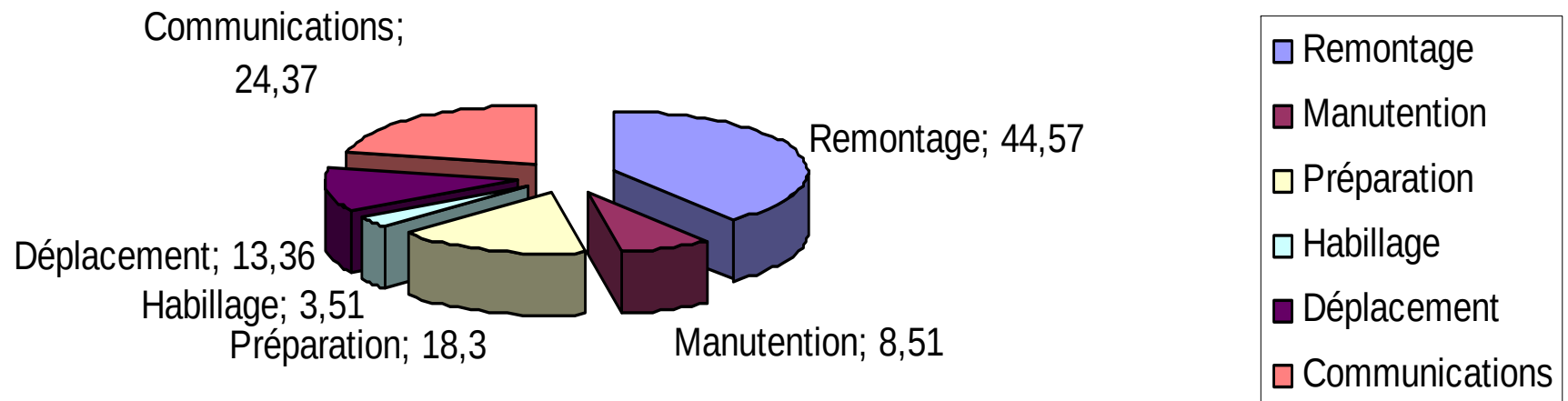
Les différentes phases du remontage des calorifuges sur un chantier

Répartition des différentes phases, en % de la durée d'observation
(2h23)



*Les doses cumulées des opérateurs **ne sont pas seulement liées au démontage / remontage***

Répartition de la dosimétrie cumulée par phase d'activité en %



3 - Discussion

- ☐ Prise en compte de la multicausalité des accidents
- ☐ Des déterminants Technique, Humain & Organisationnel des situations d'exposition
- ☐ Une analyse de l'exposition aux risques par phase de l'activité
- ☐ Une formalisation des savoir faire et de la professionnalisation

3 - Discussion

- ☐ La visualisation et l'analyse de situations d'exposition
- ☐ Le développement d'outils de mesure et d'intégration : une opportunité pour des approches pluridisciplinaires en santé au travail
- ☐ Des utilisations possibles en formation

3 - Discussion

De la description à la transformation des situations de travail : des conditions de réussite de la construction sociale

- Construire avec les entreprises, l'encadrement, les travailleurs, les médecins médecin du travail, les préventeurs et les CHSCT
- Rendre les travailleurs acteurs de la prévention
- La réponse à des demandes symboliques de la part du donneur d'ordre
- Construire les observations, les validations et les différentes formes de restitution
- Des processus de partage d'expérience