

La problématique du radon en Franche-Comté : mesure de l'exposition domestique et évaluation de l'impact sanitaire associé

F Clinard, O Catelinois, K Aury, P Pirard,
L Nourry, A Hochard, C Tillier



Objectif de l'étude

- **Objectif principal**

- Estimer le nombre de décès par cancer du poumon attribuable au radon en Franche-Comté

- **Objectifs secondaires**

- Proposer des éléments de stratégie de lutte contre le radon en Franche-Comté
- Comparer les résultats aux mesures IRSN - DGS (1982-2000)
- Evaluer la perception du risque "radon" des francs-comtois
- Mieux connaître certaines habitudes de vie des francs-comtois

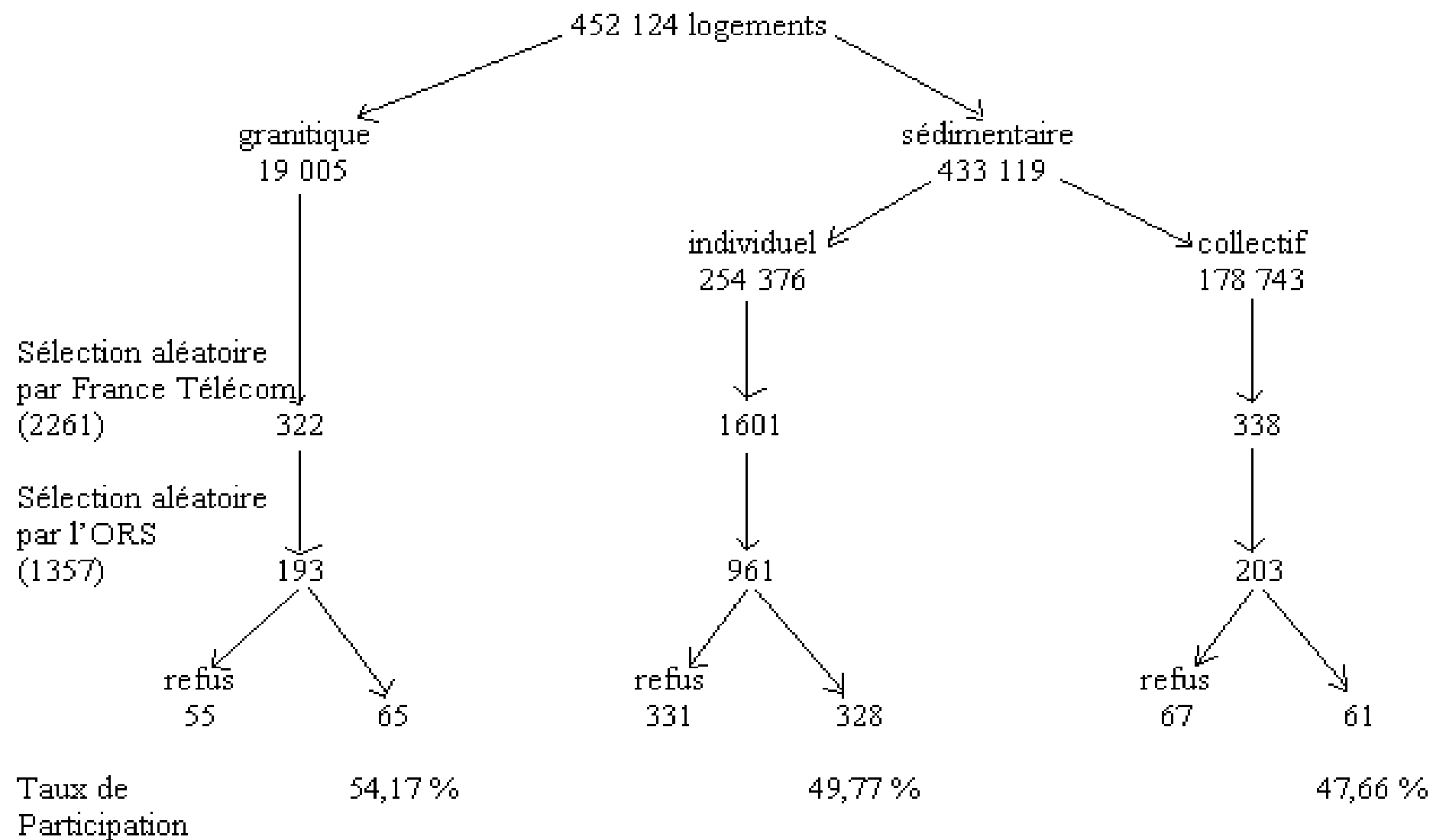
Matériel et méthodes

Évaluation des expositions

- **Enquête spécifique (Octobre - Novembre 2005)**
 - **Échantillon de logements au 1/1000^e**
 - Sélectionné par tirage au sort sur annuaire France Télécom
 - Stratifié sur la zone géologique et le type d'habitat
 - **Enquête à domicile**
 - 454 logements
 - Pose de 2 dosimètres
 - Questionnaire : habitat et occupants



Sélection des logements participants



Présentation du questionnaire



Numéro de l'habitat visité : < ____ >

CAMPAGNE DE MESURES DE L'EXPOSITION AU RADON DANS L'HABITAT FRANC-COMTOIS

Enquêteur : __ (*initiales*)

Date visite à domicile : < / >2005

Commune : _____

Département : __

Code enregistrement : __/__/< ____ >

A1 - Type de zone géologique : __

(1-zone granitique, 2-zone sédimentaire)

A2 - S'il s'agit d'1 zone sédimentaire, précisez le type d'habitat : __

(1-habitat individuel, 2-habitat collectif)

Présentation du questionnaire

C – LOGEMENT

DESCRIPTION DU LOGEMENT ET DE LA CATEGORIE D'HABITATION

C1 - Avez-vous une résidence secondaire ? ___ *(0-non, 1-oui, 8-ne sait pas)*

C1a - Si oui, dans quel département ? ___

C2 - Surface habitable *(du logement enquêté)* : ___ m²

C3 - Nombre de pièce(s) principale(s) : ___ *(hors cuisine et salle de bain)*

C4 - Dans quelle pièce dort la personne tirée au sort ? ___

1-une chambre

2-une pièce de vie

C5 - De quel type d'habitation s'agit-il ? ___

1-d'une maison individuelle (bâtiment avec un seul logement)

2-d'un appartement dans un immeuble contenant plusieurs logements

3-d'un studio dans un immeuble collectif

4-d'un logement foyer

5-d'un bâtiment d'exploitation agricole ou d'une ferme

9-autre, C5a-précisez : _____

Présentation du questionnaire

D- MESURE DANS LES PIÈCES DU LOGEMENT

MESURE CHAMBRE de la personne tirée au sort

D1 - Nombre d'occupants : __

D2 - Niveau de la pièce dans le logement : __

D3 - Superficie de la pièce : __ m²

D4 - Nombre de fenêtres : __

D5 - Nombre de porte(s) donnant sur l'extérieur : __

D6 - Pendant la mesure, la pièce sera-t-elle chauffée : __

0- non, jamais

1- oui, quelquefois (rarement)

2- oui, la plupart du temps

D7 - Y a-t-il une cheminée (*cheminée ouverte*) ? __

(0-non, 1-oui, 8-nsp)

D8 - Y a-t-il une ventilation naturelle ? __

(0-non, 1-oui, 8-nsp)

(*conduits ou grilles d'aération*)

Si non, passer à la question D9

Présentation du questionnaire

B - LES OCCUPANTS DU LOGEMENT

B1 - Quel est le nombre de personnes occupant plus de 4 jours par semaine ce logement ? __
(Attention ! seuls les logements occupés plusieurs mois / an dans l'année doivent être enquêtés)

B2 - Quel est le statut des occupants dans le logement ? __

- 1-locataire ou sous-locataire
- 2-propriétaire ou accédant à la propriété
- 3-logé à titre gratuit
- 8-ne sait pas
- 9-autre

Pour chaque personne occupant ce logement, préciser les items suivants :

B3 - OCCUPANT N°1

(l'occupant n°1 est la personne tirée au sort par l'enquêteur)

B3a - Sexe : __

(1-homme, 2-femme)

B3b - Année de naissance : ____

B3c - Combien de jours par semaine occupe-t-il le logement ? __ jours / 7

Présentation du questionnaire

B - LES OCCUPANTS DU LOGEMENT

B1 - Quel est le nombre de personnes occupant plus de 4 jours par semaine ce logement ? __

(Attention ! seuls les logements occupés plusieurs mois / an dans l'année doivent être enquêtés)

B2 - Quel est le statut des occupants dans le logement ? __

1-locataire ou sous-locataire

2-propriétaire ou accédant à la propriété

3-logé à titre gratuit

8-ne sait pas

0 autres

E- DONNEES PSYCHO -SOCIOLOGIQUES

PERCEPTION DU RADON pour la personne tirée au sort

E1 - Aviez-vous déjà entendu parler du RADON avant d'être sollicité pour l'enquête ? __

(0-non, 1-oui, 8-nsp)

E2 - Aviez-vous déjà entendu parler des RISQUES liés au radon avant d'être sollicité pour l'enquête ? __

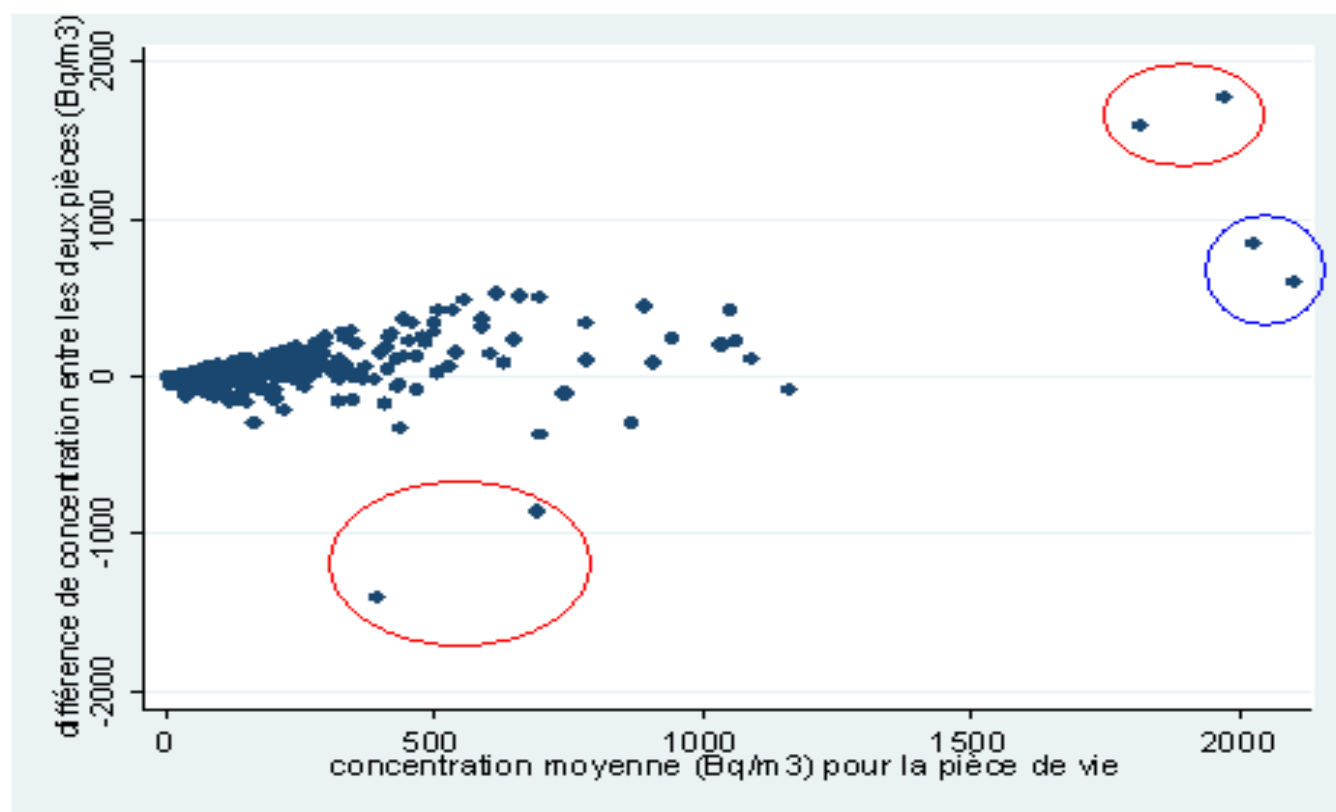
E3 - Pensez-vous que vous étiez assez INFORME sur les risques liés au radon ? __

Représentativité de l'échantillon en terme de logement

	Echantillon		Echantillon redressé		INSEE (recensement 1999)	
	N	%	N	%	N	%
Année de construction						
< 1949	168	37.6	163421	37.3	159159	35.2
1949 - 1974	94	21.0	114283	26.1	145093	32.1
> 1974	185	41.4	160373	36.6	147872	32.7
Département						
25 - Doubs	165	36.3	199068	44	201531	44.6
39 - Jura	119	26.2	135382	29.9	103836	23
70 - Haute Saône	113	24.9	80793	17.9	90922	20.1
90 - Territoire de Belfort	57	12.6	36881	8.2	55835	12.3
Nombre de pièces principales dans le logement						
1	3	0.7	6636	1.5	20967	4.6
2	12	2.6	19114	4.2	41805	9.2
3	50	11.0	84952	18.8	87503	19.4
4 et plus	389	85.7	341422	75.5	301849	66.8
Statut de l'occupant						
locataire	84	18.5	143380	31.8	174751	38.7
propriétaire	359	79.2	292078	64.7	256561	56.7
autre	10	2.2	15891	3.5	20812	4.6

Concentration moyenne en radon dans la chambre et dans la pièce de vie

Pièce	Obs.	Moy arthm.	Ecart-type	IC 95%	Moy geom.	min	max
Pièce de vie	437	164,4	16,9	[131,2 ; 197,7]	89,24	4	2098
Chambre	440	126,7	10,2	[106,6 ; 146,8]	74,88	6	1797



Comparaison des mesures de l'étude franc-comtoise avec les données franc-comtoises de la base IRSN

	Étude IRSN de 1984 à 1999		Étude Franc-comtoise oct. / novembre 2005	
nb de communes	249		306	
nb total de mesures	318		869	
nb de mesures : chambre	27	(8.5%)	436	(50.2%)
nb de mesures : pièce de vie	202	(63.5%)	433	(49.8%)
nb de mesures : autre pièce	88	(27.7%)	0	(0.0%)
moyenne arithmétique	138.2	[121.2 - 155.2]	134.0	[121.3 - 146.7]
moyenne géométrique	88.3	[81.0 - 96.2]	79.6	[74.7 - 84.8]
nb mesures sup à 200 Bq/m ³	52	(16.3%)	203	(23.4%)
nb mesures sup à 400 Bq/m ³	20	(6.3%)	79	(9.1%)
nb mesures sup à 1000 Bq/m ³	3	(0.9%)	12	(1.4%)

Modèles multivariés de régression linéaire pour : la chambre ou la pièce de vie

$R^2 = 0,27$

$R^2 = 0,31$

Statut géologique

Sédimentaire → granitique

Type d'habitation

Maison individuelle → collectif

Année de construction

< 1949 → **1949-1974** → > 1974

VMC

Absence/fonct. discontinu → permanente

Ouverture des ouvrants

< 30 min/jour → > 30 min/jour

Structure sous la pièce de mesure

Cave/sous-sol/garage/logement → videsanitaire/sol

■ Pièce de vie
■ Chambre

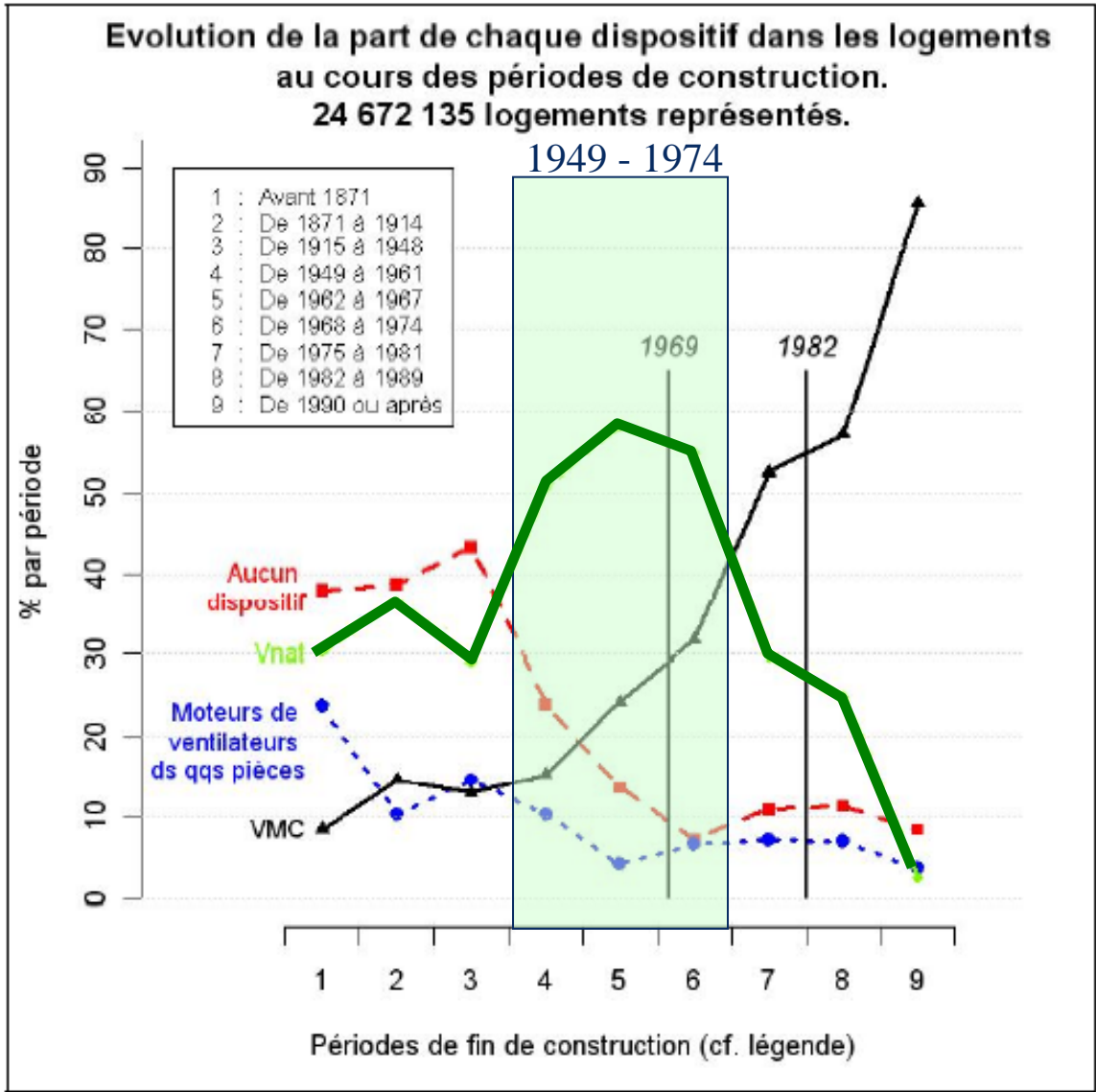
-20%

-10%

0%

10%

Evolution des dispositifs de ventilation en fonction des périodes de construction



Matériel et méthodes

Evaluation des risques sanitaires

Identification du potentiel dangereux

Estimation des relations
exposition-réponse

Évaluation des expositions

Caractérisation du
risque

(Covello and Merkho, 1993 ; NRC, 1983)

Matériel et méthodes

Evaluation des risques sanitaires

Identification du potentiel dangereux

Estimation des relations
exposition-réponse

Évaluation des expositions

Caractérisation du
risque

Matériel et méthodes

Estimation des relations exposition - réponse

Études de 11 cohortes
(population professionnelles)

Régression de poisson

Modèles linéaires

Modèles log linéaires

13 Études cas-témoins
(population générale)

Régression logistique

Modèles linéaires

Modèles log linéaires

Modèles du BEIR 6 : Age-Durée et Age-concentration

(National Academy of Sciences, 1999)

Modèle issu de l'analyse conjointe des études cas-témoins
européennes (Darby, 2005)

Matériel et méthodes

Evaluation des risques sanitaires

Identification du potentiel dangereux

Estimation des relations
exposition-réponse

Évaluation des expositions

Caractérisation du
risque

Matériel et méthodes

Évaluation des risques sanitaires

Identification du potentiel dangereux

Estimation des relations
exposition-réponse

Évaluation des expositions

Caractérisation du
risque

Population cible

1 117 257 personnes habitants en Franche-Comté

Décès par cancer du poumon

512 décès par cancer du poumon en Franche-Comté (CepiDC INSERM)

Population par sexe, par âge, par département et par zone géologique en Franche-Comté (INSEE, 1999, 2006)

Relations dose-réponse

Age durée
(*BEIR 6*)

Age concentration
(*BEIR 6*)

Analyse conjointe européenne
(*Darby*)

Données d'exposition domestique au radon
(Stratification par déciles)

Données IRSN - DGS

Données étude franc-comtoise

Nombre de décès annuel par cancer du poumon attribuables aux expositions domestiques au radon en Franche-Comté



Campagne nationale IRSN-DGS
échantillon Franche-Comté

Etude
Franche-Comté

	H	F	Total	H	F	Total
Nb total décès par cancer pulmonaire (CépiDC, 1999)	437	75	512	437	75	512

Nb de décès par cancer pulmonaire attribuables au radon

<i>Cohortes « mineurs »</i>						
modèle âge-durée	100	18	118	93	17	110
modèle âge-concentration	126	23	149	118	21	139
<i>Etudes cas-témoins</i>	66	11	77	61	11	72

Proportion de décès par cancer pulmonaire attribuables au radon

<i>Cohortes « mineurs »</i>						
modèle âge-durée	23%	24%	23%	21%	23%	21%
modèle âge-concentration	29%	31%	29%	27%	29%	27%
<i>Etudes cas-témoins</i>	15%	15%	15%	14%	14%	14%

Discussion - Conclusion

- **Impact sanitaire du radon en Franche-Comté**
 - 5-12% des cancers pulmonaires en France
 - 14-27% des cancers pulmonaires en Franche-Comté
- **Zonage des risques : Quelle zone ? Pour quel risque ?**

	Structure géologique	
	Granite	Sédimentaire
Nombre d'habitants	53 098	1 064 159
Proportion de cancers attribuables	23% à 40%	13% à 26%
Nombre de décès attribuables	7 à 12	65 à 127

Conclusion

Données IRSN-DGS → Evaluation des Risques Sanitaires

« Ouvrir les fenêtres »  → radon ?

Isolation énergétique ↔ qualité de l'air intérieur

Gestion du risque : individuel ? collectif ?

Dépistage : modalités ? coût / efficacité ?