Les économies d'énergie dans le bâtiment au prix de la santé ?

Fabien Squinazi
Médecin biologiste
Ancien Directeur du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris
Membre du Haut Conseil de la santé publique

Santé et Santé environnementale (OMS)

- **La santé** est définie comme un état de complet bien-être physique, mental et social
  - Elle ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité
- **La santé environnementale** comprend les aspects de la santé humaine, y compris la qualité de vie, qui sont déterminés par les facteurs physiques, chimiques, biologiques, sociaux, psychosociaux et esthétiques de notre environnement.
  - Elle concerne également la politique et les pratiques de gestion, de résorption, de contrôle et de prévention des facteurs environnementaux susceptibles d'affecter la santé des générations actuelles et futures.

Précarité énergétique

- « est en situation de précarité énergétique une personne qui éprouve dans son logement des difficultés particulières à disposer de la fourniture d'énergie nécessaire à la satisfaction de ses besoins élémentaires en raison de l'inadaptation de ses ressources ou de ses conditions d'habitat »
- **Critère multifactoriel** car dépend des revenus du foyer, de l'équipement en dispositifs de chauffage et de l'isolation thermique du logement et du coût de l'énergie.
- **Une réalité économique et sociale** vécue par 5,6 millions de ménages (soit 20,4 % des ménages) représentant 12 millions d'individus en situation de précarité énergétique

Précarité énergétique : des risques sanitaires aigus

- **Une exposition des occupants au froid,** à l'origine de surmortalité en saison hivernale
  - En cas d'exposition fréquente à des températures faibles (<18°C ou seuil plus élevé pour des personnes particulièrement sensibles comme les enfants, les personnes âgées ou souffrant de maladies chroniques) :
    - augmentation de la pression artérielle, maladies respiratoires (asthme) ou cardiovasculaires
    - sérieux effets sanitaires pour les personnes âgées en dessous de 16°C
    - risque élevé d'hypothermie en dessous de 10°C

Précarité énergétique : des effets indirects

- **Des effets indirects potentiels** :
  - utilisation de chauffages d'appoints, sources de pollution de l'air intérieur
  - comportements risqués, comme l'obstruction des dispositifs de ventilation ou le fait de ne plus aérer son logement afin de ne pas laisser le froid entrer
  - chauffage d'une pièce uniquement dans laquelle tous les occupants se regroupent.
  - mauvaise réfrigération et cuisson des aliments
  - mauvaise alimentation due à un manque de ressources
  - perte de dextérité avec un risque plus élevé d'accidents domestiques et de blessures
  - effets sur l'hospitalité, en évitant d'inviter d'autres personnes chez soi
  - renoncement à certains soins (p.ex. bucco-dentaires)

La rénovation énergétique des bâtiments « passoires thermiques »

- Des **investissements réalisés** pour des travaux de rénovation énergétique *versus* les **coûts de soins évités** par une population en meilleure santé
- **L'Observatoire** national de la précarité énergétique (mars 2011) : un outil de référence de suivi et d'analyse du phénomène et des dispositifs existants pour une aide à la décision

Les facteurs de vulnérabilité des occupants

- **Groupes de populations sensibles,** dont les effets sanitaires sont exacerbés :
  - personnes âgées, enfants, femmes enceintes, personnes souffrant de toutes formes d'handicap, atteintes de maladies chroniques ou immunodéprimées
- **Profils des occupants généralement touchés par des situations de logements les plus dégradés**, aux conditions socio-économiques défavorables **:**
  - femmes, familles monoparentales, couples avec enfants, jeunes, fumeurs, personnes sans emploi, en temps partiel non choisi, personnes avec de faibles revenus, bénéficiaires du RSA et de l'allocation logement

Bâtiment Santé :
une attention plus soutenue

- une durée d'exposition intérieure importante
- une aération et une ventilation parfois insuffisantes
- des bâtiments performants en énergie (BBC, BEPAS, BEPOS)
- de nombreuses sources d'exposition
- des populations fragiles
- des effets sanitaires mieux reconnus

Les enjeux sanitaires associés à une dégradation de la qualité de l'air intérieur

- **nuisances** :
  - sensations de gêne, d'inconfort, de confinement
  - nuisances olfactives
  - symptômes divers non spécifiques
- **maladies** :
  - intoxications (monoxyde de carbone, plomb,…)
  - allergies respiratoires (rhinite, asthme, dermatite,…)
  - infections (légionellose, viroses, tuberculose,…)
- **risques à long terme** : pathologies respiratoires, cardiovasculaires, tumorales

L’exposition aux polluants intérieurs

- 90% de notre temps passé dans des environnements intérieurs
- Des polluants de nature chimique, physique et biologique, présents dans l’air (gazeux et particulaires), des poussières déposées ou rapportées, y compris celles issues de la dégradation des matériaux (plomb, amiante et autres fibres minérales)

Des agents chimiques

- **Composés organiques volatils** (aliphatiques, aromatiques, alcanes, alcools, acides, éthers de glycol, terpènes, aldéhydes…) issus des revêtements, mobilier, textiles, produits d'entretien et de bricolage, procédés de combustion (cuisson, désodorisants, tabagisme…)
- **Composés organiques semi-volatils** présents à la fois dans l'air (phases gazeuse et particulaire) et poussières déposées au sol
  - phtalates (revêtements de sol)
  - retardateurs de flamme polybromés (textiles d'ameublement, appareils de bureautique)
  - pyréthrinoïdes (traitements insecticides)
  - composés fluorés (produits antiadhésifs, antisalissures)
  - polychlorobiphéniles – PCB (anciens joints d'étanchéité)
- **Monoxyde de carbone** : appareils de combustion
- **Dioxyde d'azote :** appareils de combustion
- **Plomb** : poussières, peintures anciennes dégradées, eau de boisson (canalisations)

Des agents physiques

- **particules fines et ultrafines**
  - transfert de la pollution extérieure
  - activités humaines (cuisson des aliments, bricolage)
  - entretien des locaux (remise en suspension des poussières déposées au sol et sur mobilier)
  - tabagisme
  - appareils de combustion domestique
- **radon**, gaz radioactif d'origine naturelle, classé cancérigène certain chez l'Homme par le centre international de recherche sur le cancer (CIRC)
- **amiante** : inhalation de fibres responsable de fibroses pulmonaires et pleurales, cancers de la plèvre (mésothéliome), cancers broncho-pulmonaires, du larynx : repérage et diagnostic des matériaux et produits contenant de l'amiante dans les immeubles bâtis avant 1997.

Des agents biologiques

- Micro-organismes (bactéries, virus, champignons) responsables d'effets irritatifs, inflammatoires (endotoxines et glycanes) et d'infections. Infections fongiques chez les personnes immunodéprimées
- Allergènes (pollen, acariens, chat, chien, blattes…) responsables d'allergies respiratoires (rhinoconjonctivites), d'asthme
- Cas particulier des moisissures dont le développement est favorisé par l'humidité excessive des matériaux et de l'air ambiant
    - 14 à 20 % des logements de France métropolitaine contaminés par des moisissures

Les enjeux socio-économiques

- Le coût de la mauvaise qualité de l'air intérieur en France a été évalué :

  - entre 10 et 40 milliards d'euros par an, dont 1 milliard d'euros pour le remboursement des médicaments anti-asthmatiques (**ministère de la santé, 2013**)

  - à 19 milliards d'euros par an pour 6 polluants (benzène, trichloréthylène, radon, monoxyde de carbone, particules fines, fumée de tabac environnementale) (**Anses, OQAI, CSTB, Université Paris 1, 2014**)

LE SYNDROME DES BÂTIMENTS MALSAINS (*SYMPTÔMES COLLECTIFS D'ORIGINE INEXPLIQUÉE*)

- 30 % des bâtiments neufs ou rénovés feraient l'objet d'un excès de plaintes (OMS)
    - immeubles de bureaux
    - établissements d'enseignement
    - hôpitaux
    - logements (« *Sick Home Syndrom* »)
- 10 à 30 % des occupants d'immeubles climatisés, récents ou rénovés, seraient concernés (OMS)

SICK BUILDING SYNDROME

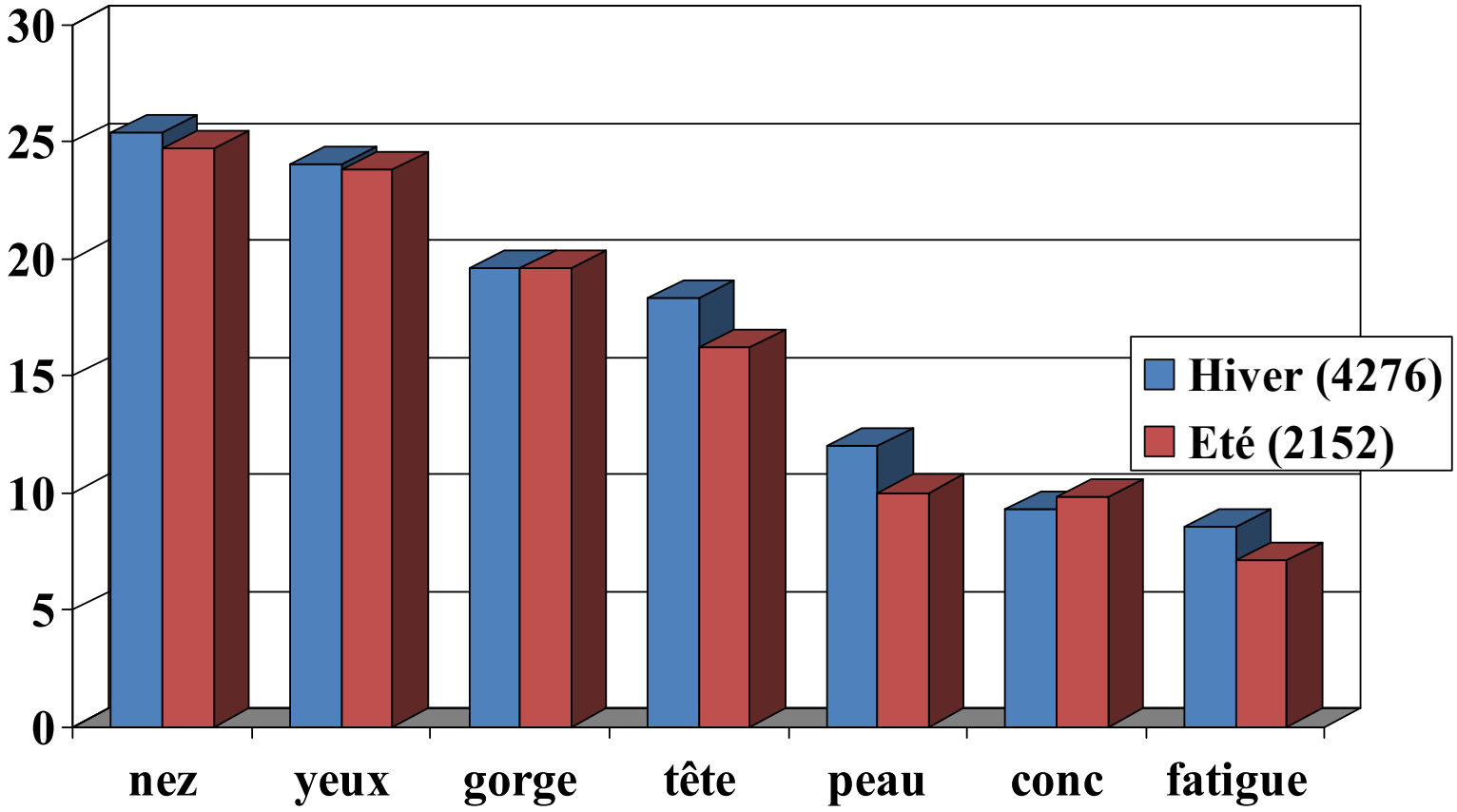
- **symptômes « œil, nez, gorge »** : irritation, sécheresse, écoulement, toux
- **effets neurotoxiques** : mal de tête, fatigue, malaise, difficulté de concentration
- **symptômes respiratoires** : souffle court, toux, sifflement
- **symptômes cutanés** : prurit, rougeur, sécheresse
- **anomalies sensorielles** : perception d'odeurs désagréables, troubles visuels, nausées

Les facteurs associés au *Sick Building Syndrome*

- **physiques** : température élevée, hygrométrie basse, renouvellement d'air neuf insuffisant, particules fines, ionisation, éclairage
- **chimiques** : COV et aldéhydes, ozone, fumée de tabac environnementale
- **biologiques** : aéro-allergènes, micro-organismes, endotoxines
- **psychologiques et socioprofessionnels** : stress, conditions de travail, impossibilité d'ouverture des fenêtres

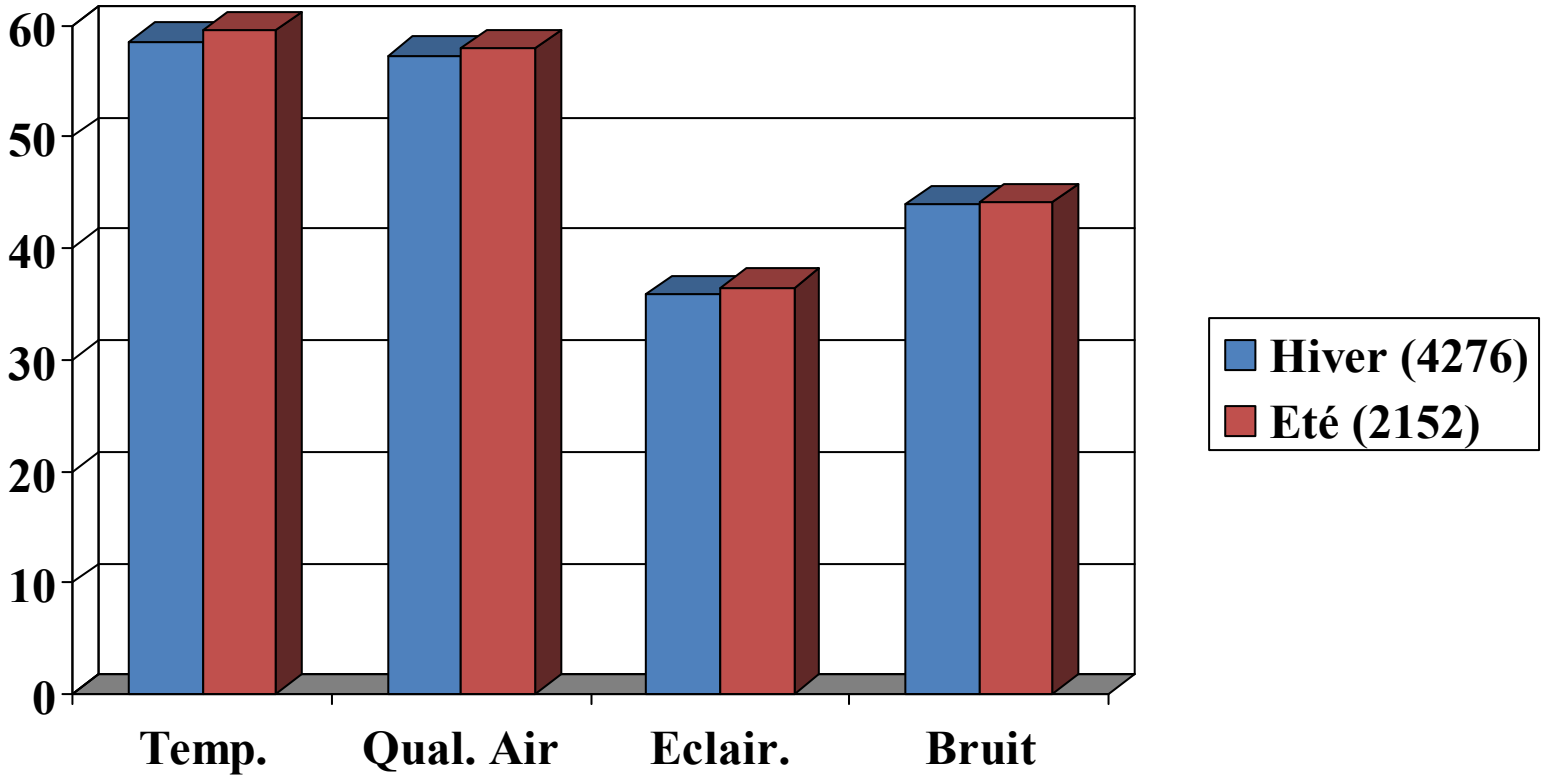
Symptômes liés au bâtiment (%)

Enquête dans des immeubles de bureaux en Ile-de-France (1994)



Bureaux climatisés (% d'insatisfaits)

Enquête dans des immeubles de bureaux en Ile-de-France (1994)



Confort perçu dans les immeubles de bureaux

Projet européen OFFICAIR (2010 – 2014)

Insatisfaction vis-à-vis de :	Tous les immeubles (N = 167)	Immeubles en France (N = 21)
Nombre de répondants au questionnaire	7441 personnes	1 190 personnes
Température	29 %	35 %
Eclairage	20 %	27 %
Bruit	33 %	44 %
Qualité de l'air intérieur	33 %	38 %
Confort en général	23 %	23 %

Pollutions sonores / bruit

- **Bruit environnemental** : « phénomène physique qui engendre une sensation gênante ou désagréable. Bien qu'il soit mesurable, sa perception reste une sensation individuelle et subjective ».
- Un des facteurs environnementaux le plus menaçant pour la santé, avec une perte d'années de vie en bonne santé estimée à 1,6 million chaque année en Europe de l'Ouest (OMS,2018) et qui affecte les activités quotidiennes
  - troubles auditifs, comme des acouphènes
  - effets non auditifs : gêne, qualité de sommeil dégradée, évènements cardiovasculaires (infarctus du myocarde), déficits cognitifs (troubles de l'apprentissage scolaire, conséquences métaboliques (système immunitaire, endocrinien), santé mentale
- Populations sensibles : enfants, personnes âgées, socialement défavorisées

LES ALLERGIES RESPIRATOIRES

- 4ème rang des maladies chroniques dans le monde (OMS)

- un doublement en 20 ans dans les pays développés

- terrain atopique : **25 à 30 % de la population générale**

- en France, **18 millions d'allergiques**

    6 millions de personnes souffrent de rhinite allergique

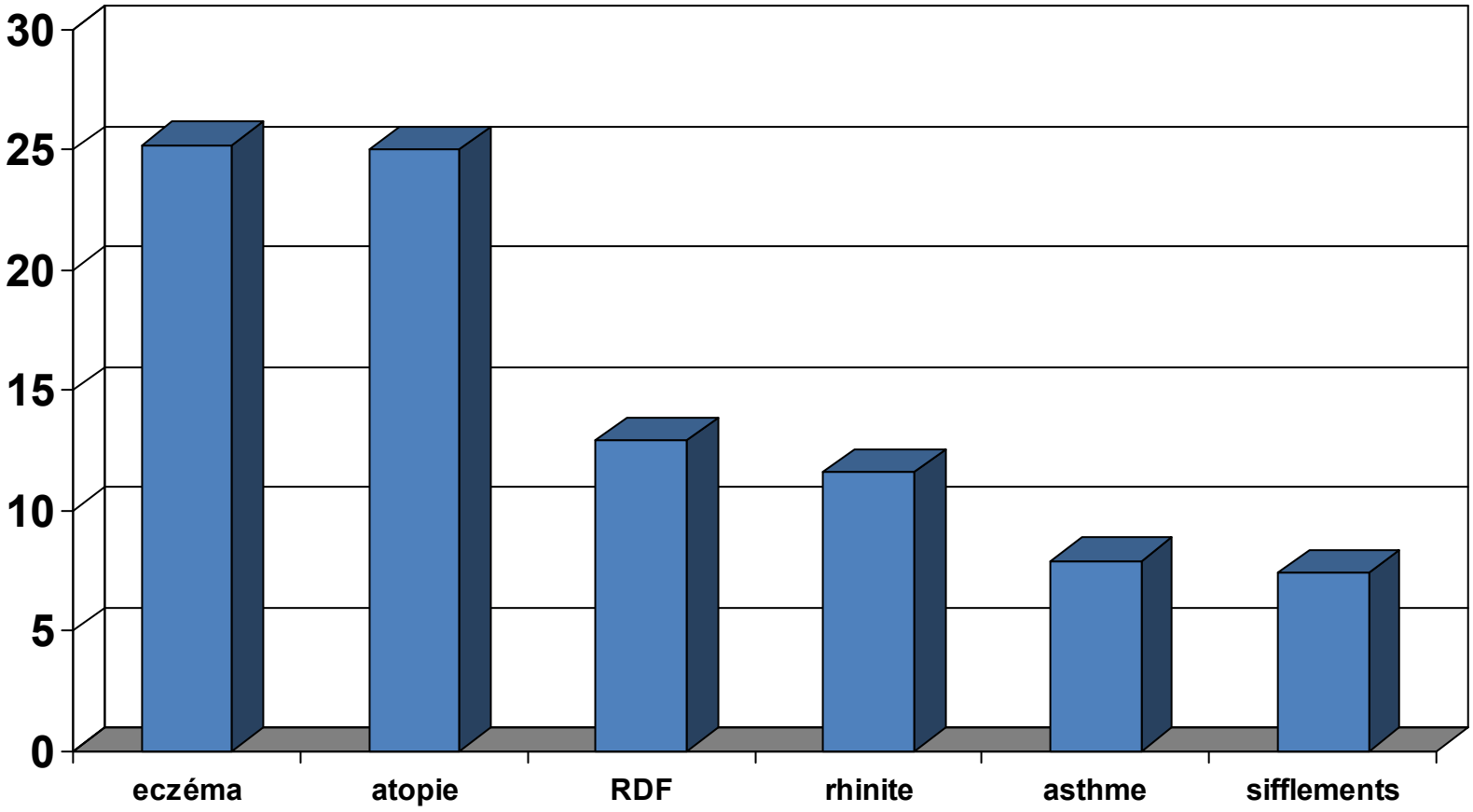
    4 millions d'asthmatiques

        12,7 % des enfants de 11 à 14 ans

        6 % des adultes

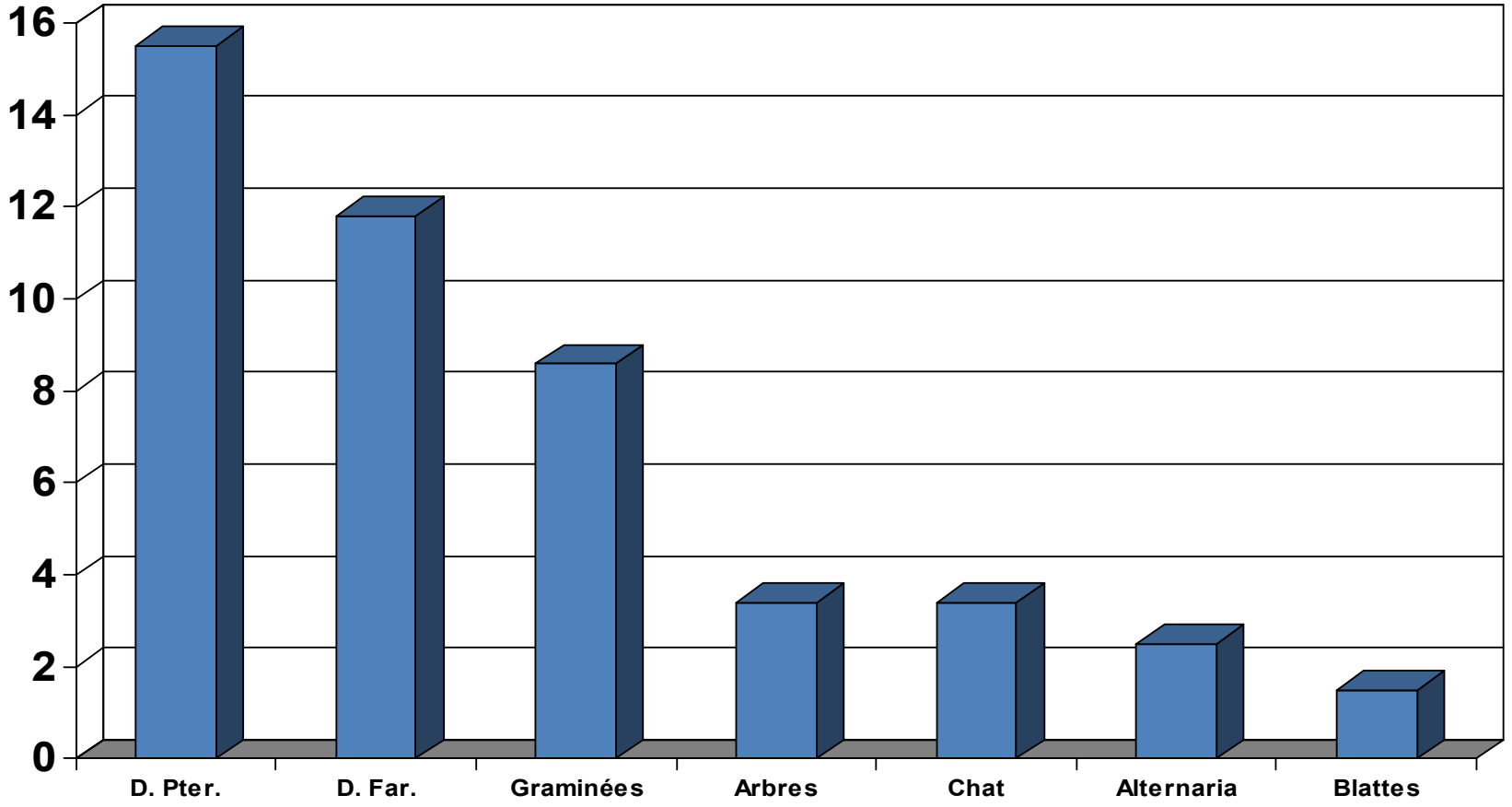
Prévalence des allergies en % (9 –11 ans)

ISAAC II France 2005 (N = 9000)



Prévalence de la sensibilisation

ISAAC – II France : 2005



Humidité des logements (n = 501)

(OQAI 2003 – 2005)

Problème d'humidité visible	46 % des logements
Au moins une pièce avec moisissures ≥ 1m^2	5,4 % des logements
Quelques taches éparses de moisissures	13 % des logements
Au moins une pièce avec revêtements dégradés	1 logement sur 3
Problèmes d'humidité	Chambres et salles de bains / WC

Les causes d'une humidité excessive

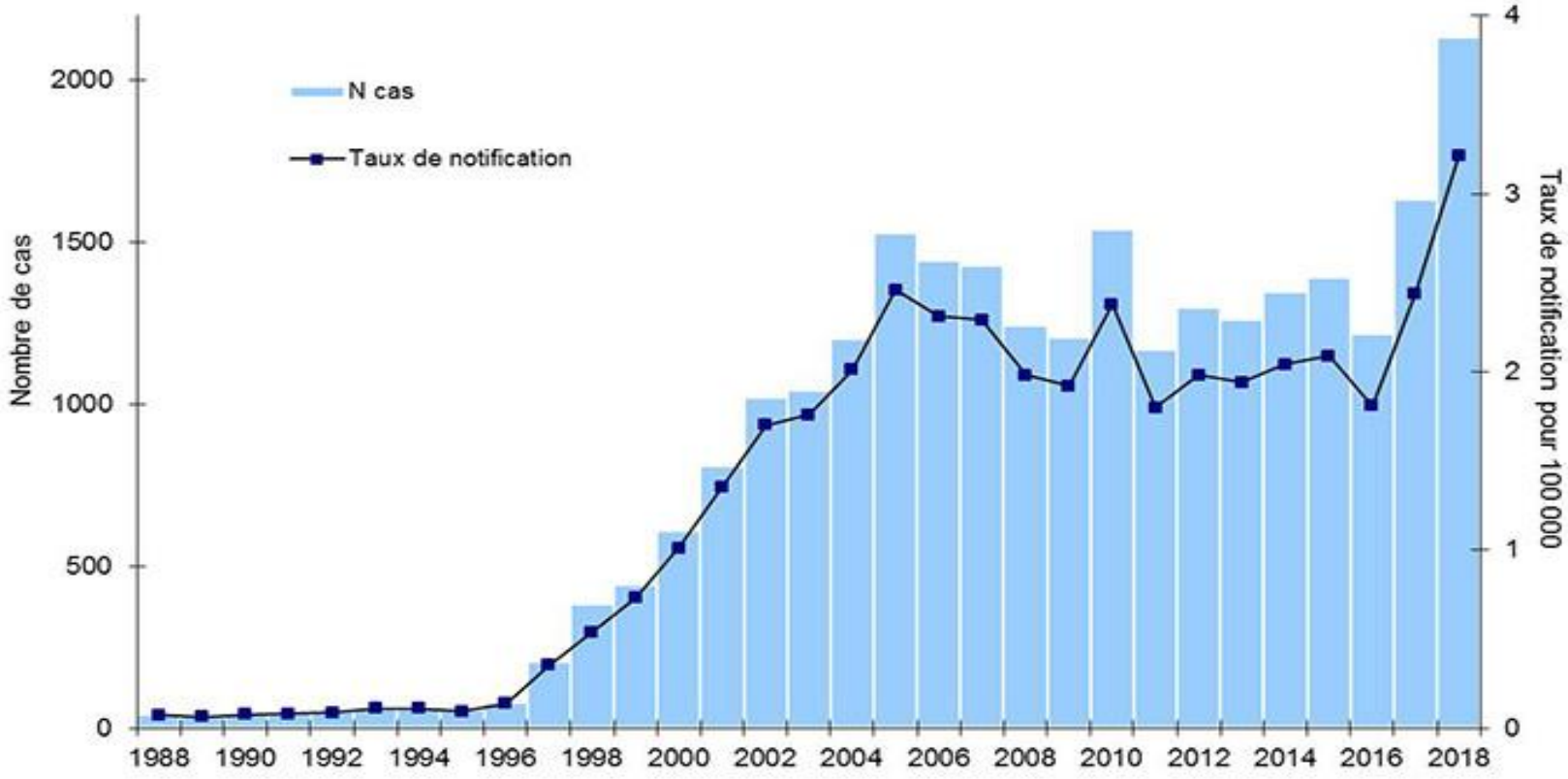
- **humidité des matériaux**
  - Infiltrations : fuites des réseaux d'eau (alimentation, évacuation), problèmes d'étanchéité de la structure (fenêtres, portes, toit), remontées capillaires par les fondations
  - évaporation insuffisante de l'eau des matériaux lors de construction ou rénovation
  - condensation sur des parois froides résultant d'un défaut ou d'une rupture d'isolation (ponts thermiques)
  - inondations ou dégâts des eaux
- **humidité dans l'air ambiant**
  - problèmes de chauffage : températures trop basses (assèchement insuffisant de l'air) ou trop élevées (augmentation du taux d'hygrométrie)
  - dispositifs de ventilation défectueux : mauvaise conception (ouvrants sans entrées d'air), mauvais usages (encombrement, obstruction), défauts d'entretien, mauvais état
  - facteurs liés au mode d'usage et comportements des occupants (humidité relative < 70%): question des déshumidificateurs

PRÉSENCE DE MOISISSURES ET SURVENUE D'EFFETS SUR LA SANTÉ

- développement d'asthme (enfant)
- exacerbation des symptômes de l'asthme (enfant)
- incidence augmentée de l'asthme dans les bâtiments ayant connu des dégâts des eaux (adultes sur le lieu de travail)
- rhinite allergique
- altération de la fonction cognitive chez l'enfant pour des expositions de plus de 2 ans
- sévérité des réponses inflammatoires et allergiques pulmonaires
- pas de conclusion sur le syndrome des bâtiments malsains

Moisissures dans le bâti, avis de l'Anses, juin 2016

Nombre de cas déclarés de légionellose en France



Confort thermique : Chaleur

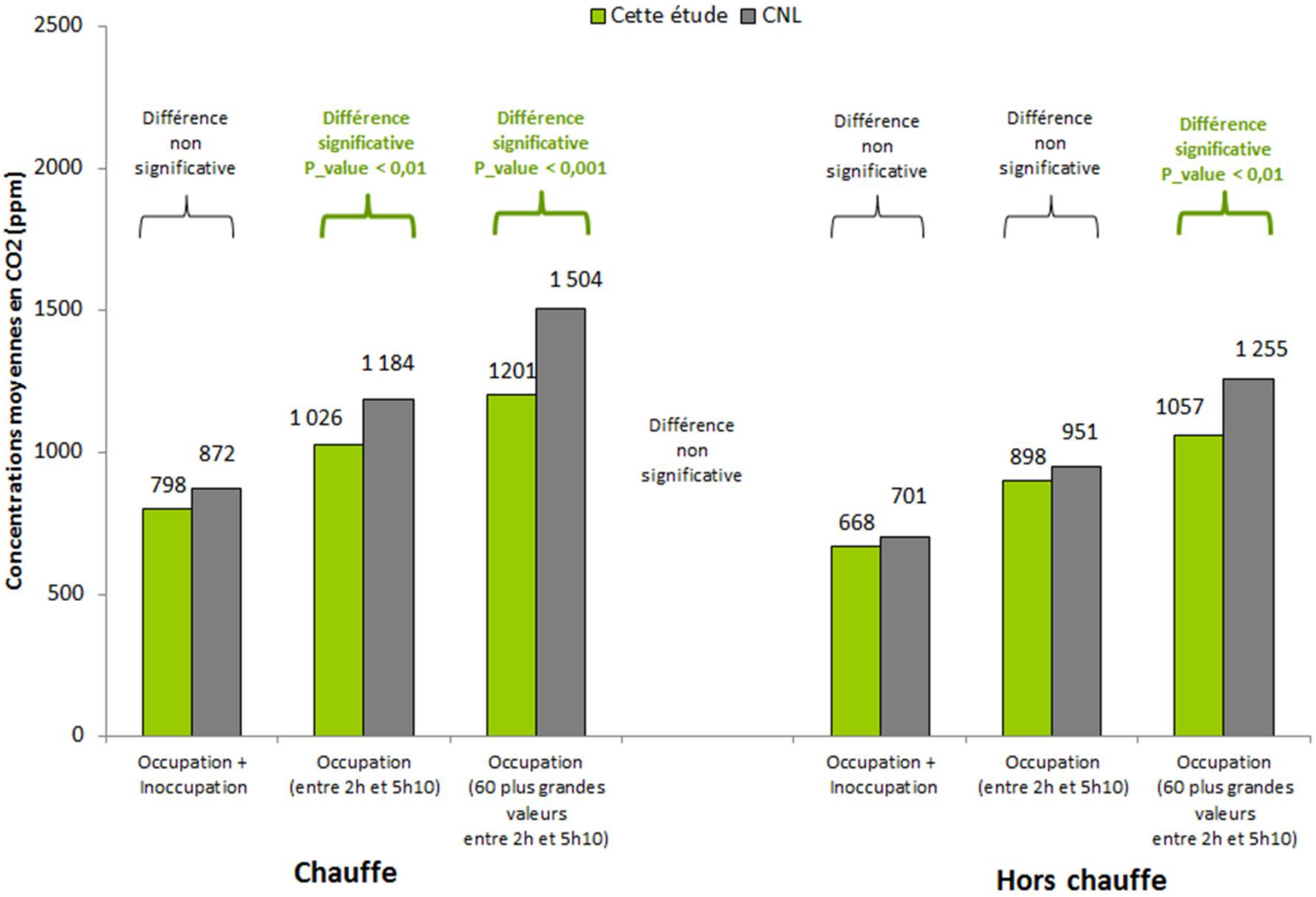
- **Plan canicule** : Température journée > 30-35°C et Température nuit > 18-20°C, pendant plus de 3 jours consécutifs, rafraîchissement naturel de l'habitat par aérations nocturnes n'est plus possible
- **Facteurs** : isolation thermique, emplacement et localisation du logement, orientation du logement, stores ou volets aux fenêtres, matériaux de construction utilisés, espaces verts (herbes, buissons, arbres) aux abords du bâtiment, systèmes de ventilation, climatisation, appareils émettant de la chaleur
- **Résistance de l'individu** aux conditions de température (ajustement de la température corporelle)
- **Populations sensibles** : enfants, personnes âgées, malades ou handicapées
  - inconfort
  - effets sur le système immunitaire et cardiovasculaire
  - malaises graves, jusqu'au décès

Les bâtiments performants en énergie

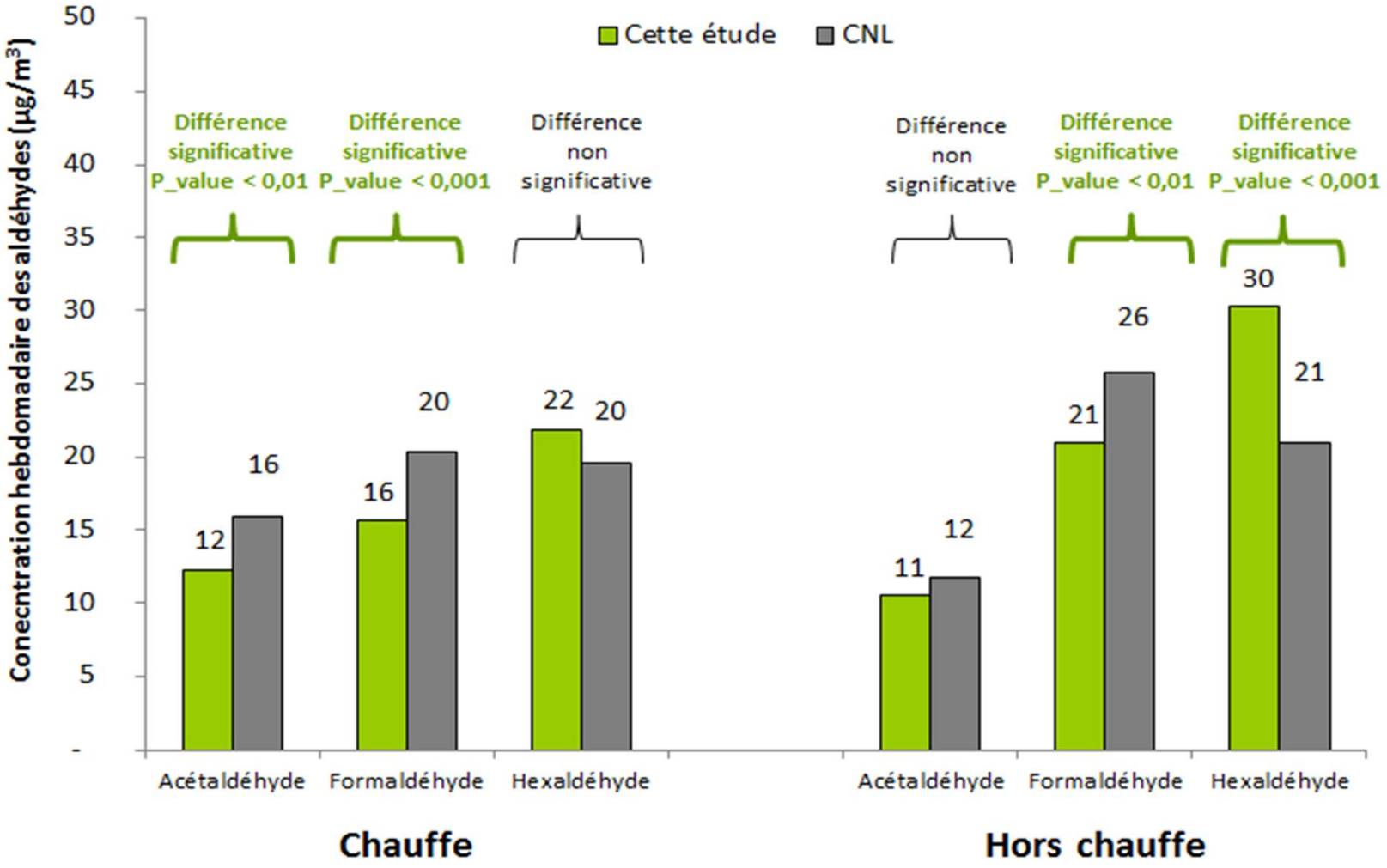
- un moindre confinement
- moins de formaldéhyde, plus d'hexaldéhyde
- moins de composés organiques volatils, mais plus de terpènes
- moins de particules fines
- moins de signes d'humidité, mais une présence de moisissures plus élevée (47%) que dans les logements français (37%)
- moins de radon

Observatoire de la qualité de l'air intérieur, étude sur 72 logements, 2016

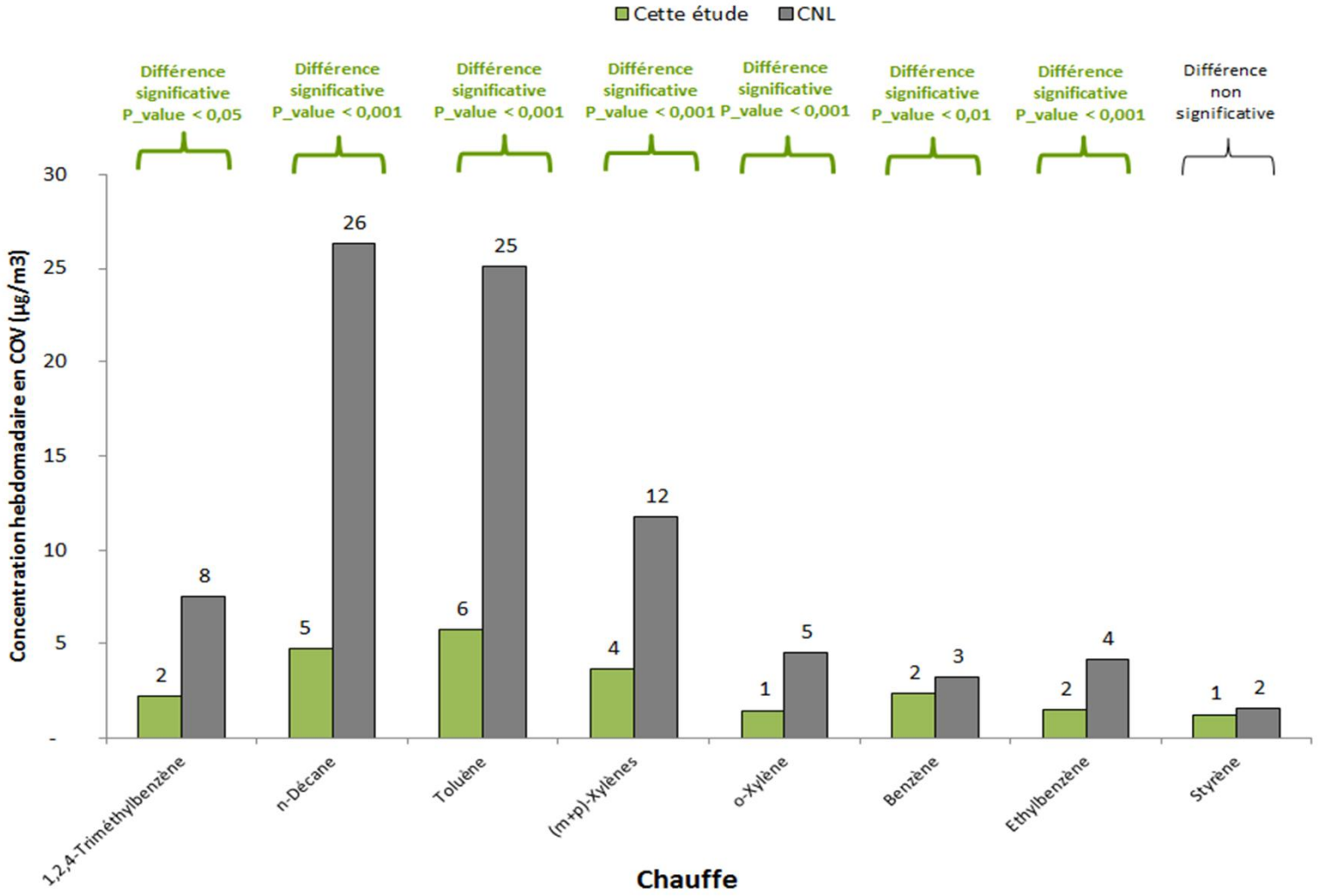
Le confinement



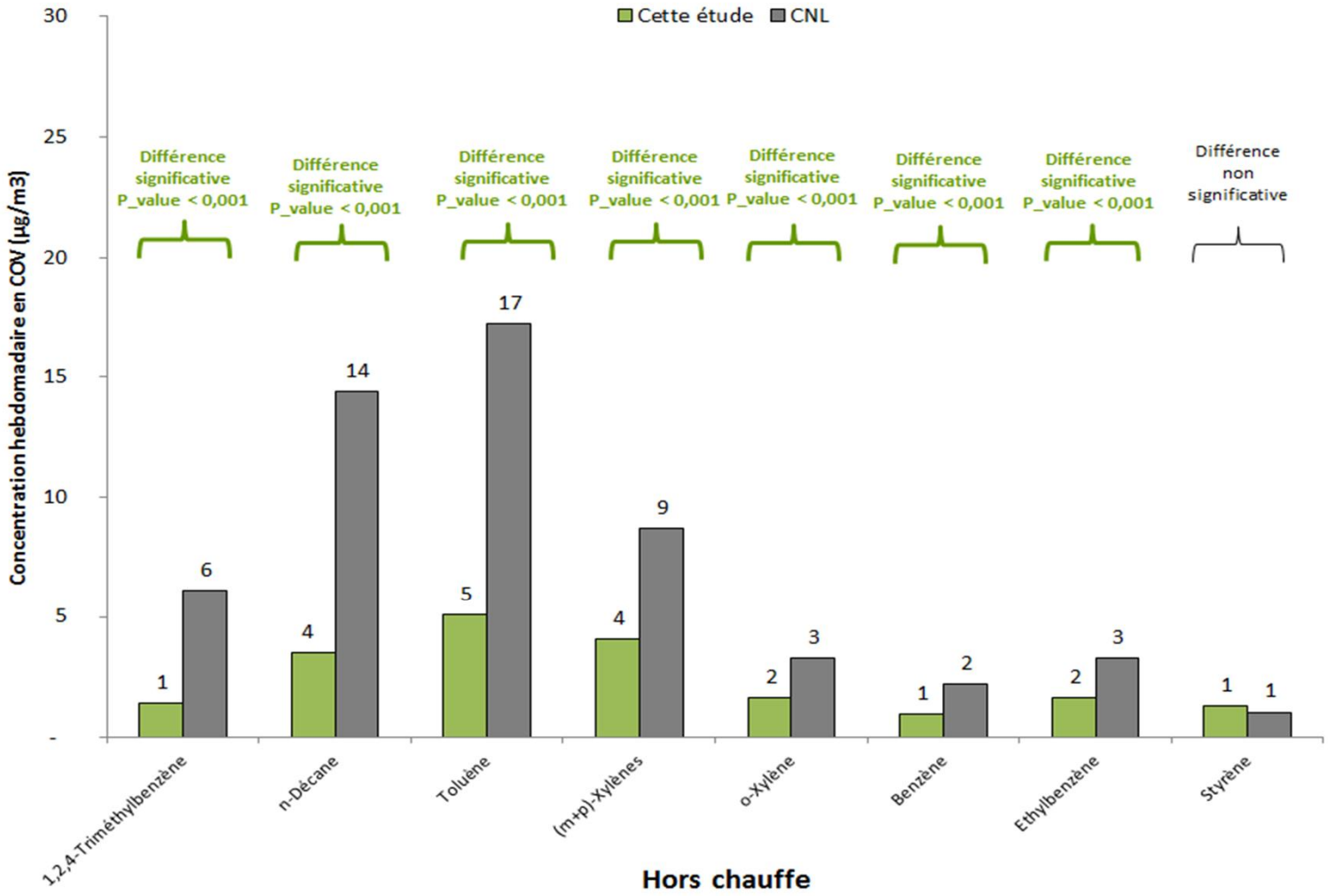
Les aldéhydes



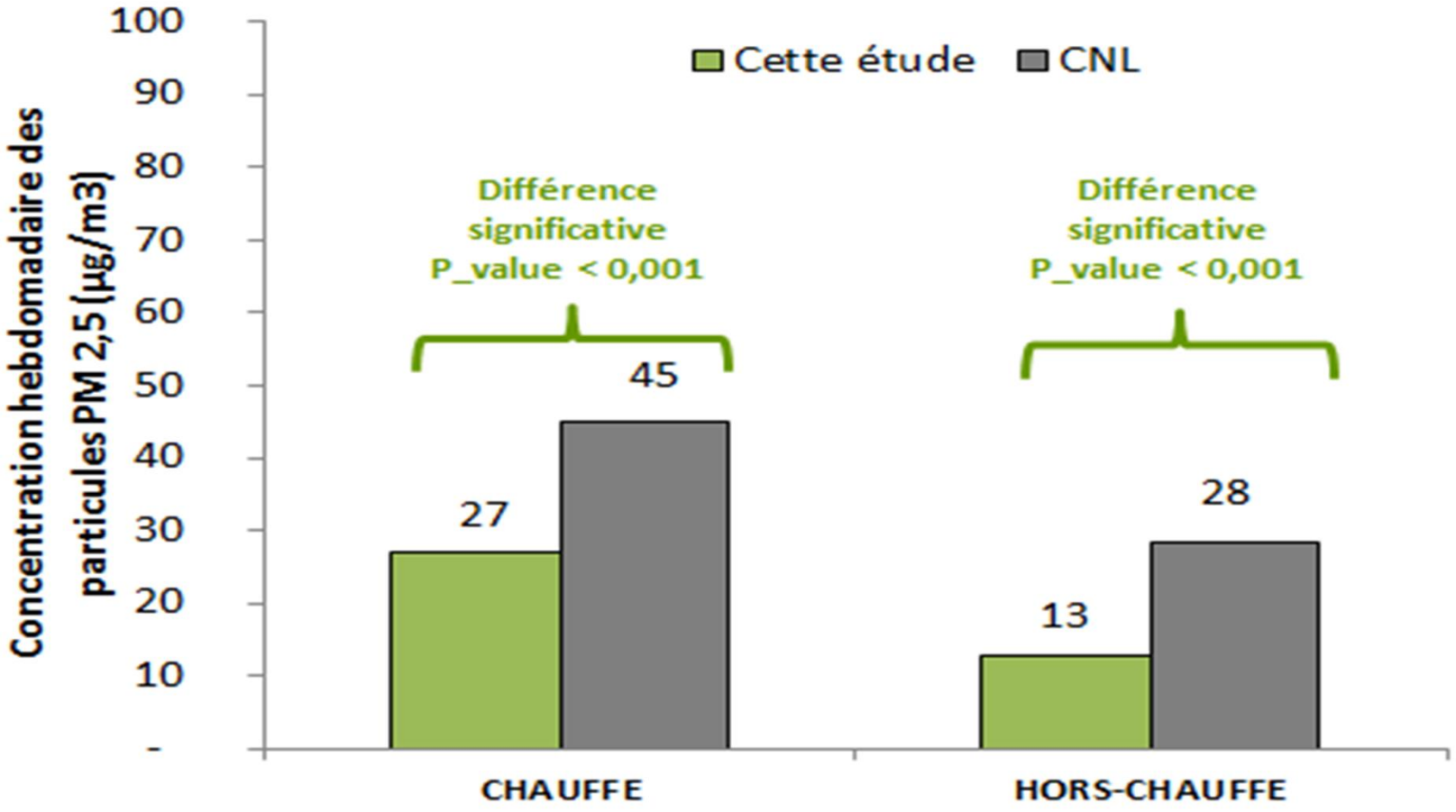
Les composés organiques volatils (chauffe)



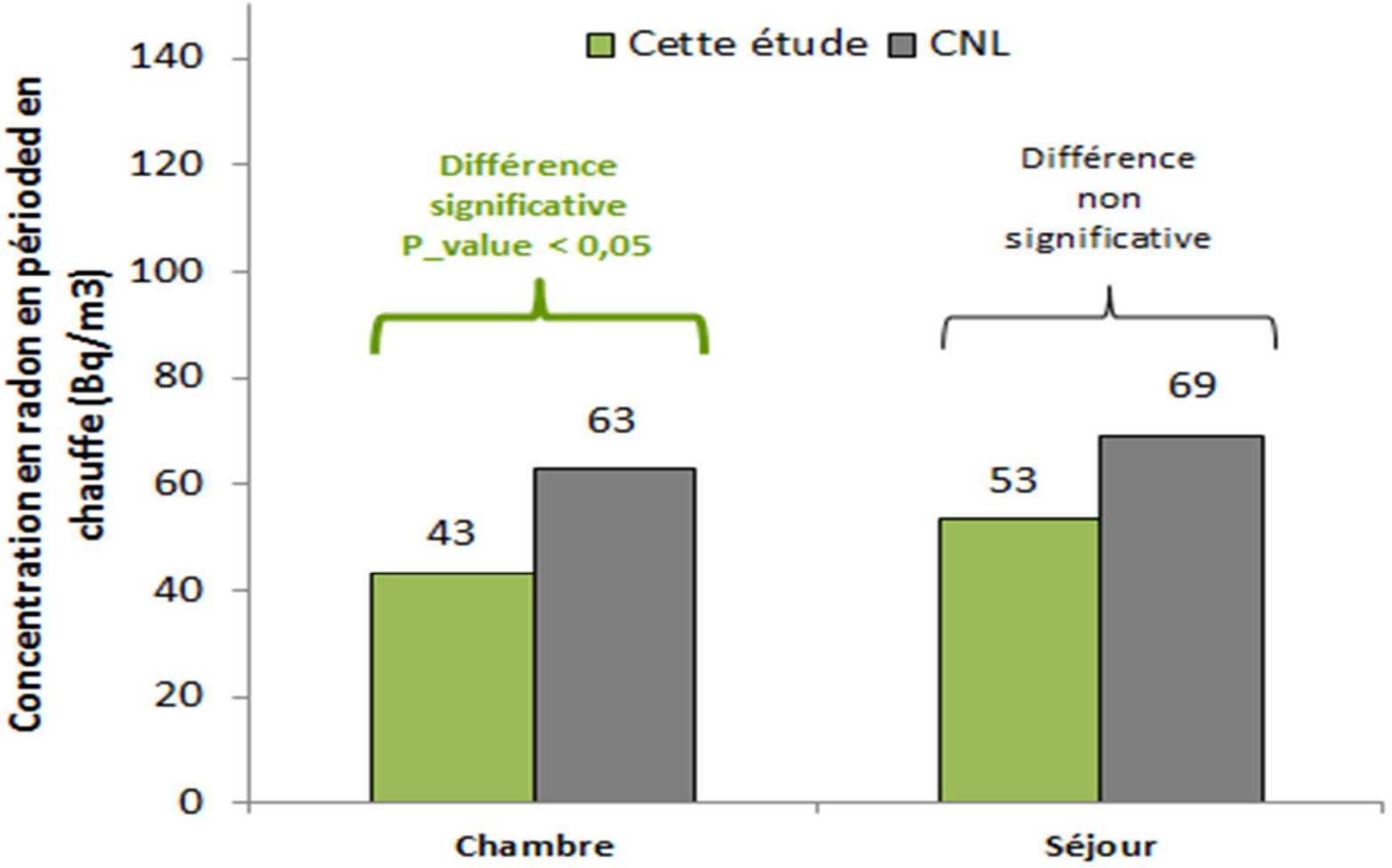
Les composés organiques volatils (hors chauffe)



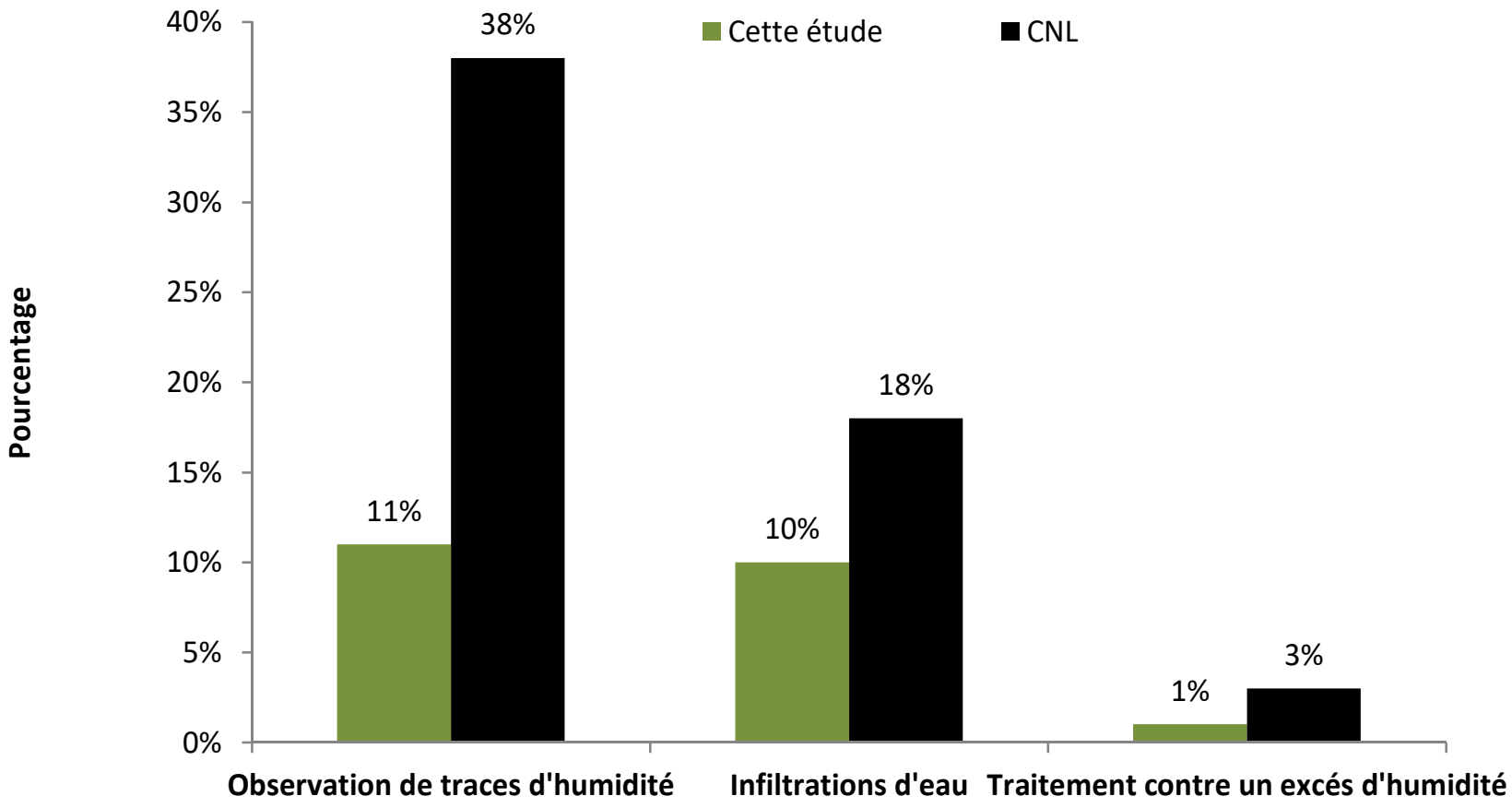
Les particules PM2,5



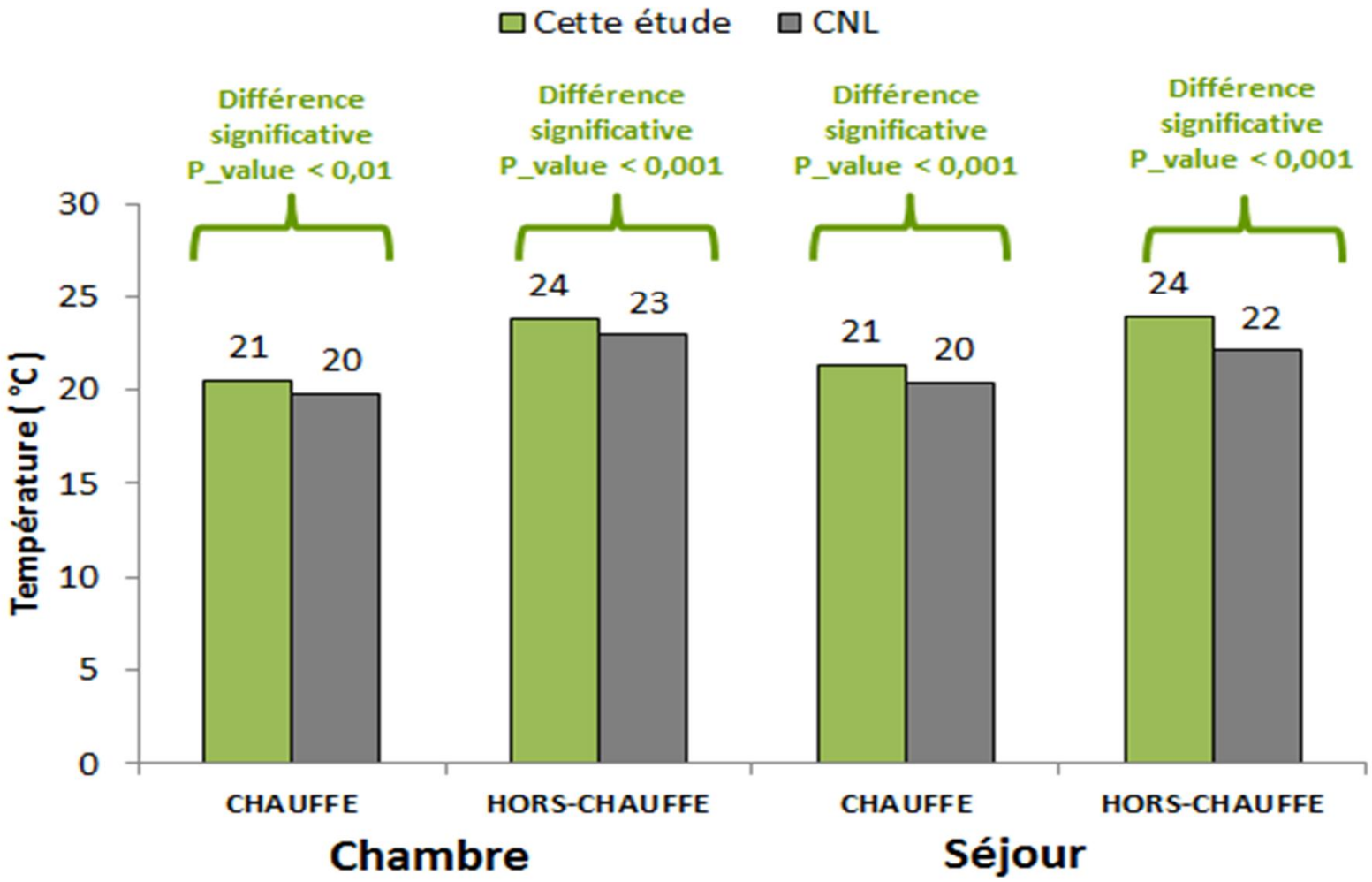
Le radon


Cette étude
CNL
Concentration en radon en périoded en chauffe (Bq/m3)
140
120
100
80
60
40
20
0
Différence significative P_value < 0,05
Différence non significative
43
63
53
69
Chambre
Séjour

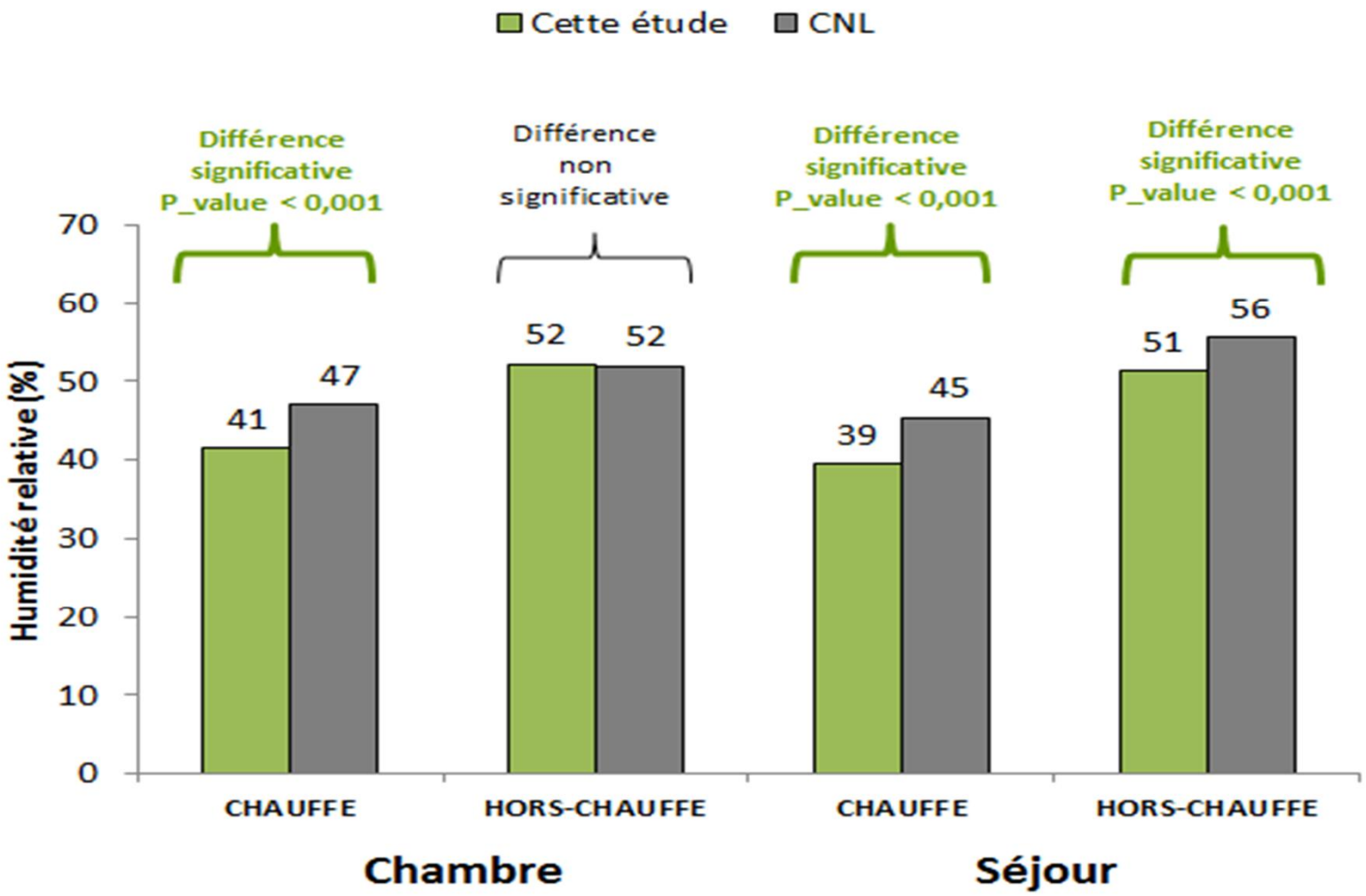
L'humidité des matériaux



La température



L'humidité relative



Un protocole pour évaluer les bâtiments neufs et rénovés

Paru en 2013

7 paramètres

des règles de mesures

des règles d'échantillonnage

des valeurs de références sanitaires

opérationnel et d'ores et déjà utilisé !

Comparaison aux valeurs de référence sanitaires

Polluant retenu	**Valeur cible**
dioxyde d'azote	20 µg.m-3
monoxyde de carbone (si source)	10 mg.m-3
benzène	2 µg.m-3
formaldéhyde	10 µg.m-3
particules *PM 10 et PM 2,5*	20 et 10 µg.m-3
radon	100 Bq.m-3
Indice composés organiques volatils	300 µg.m-3

HQE Performance

Qualité de l'air intérieur

Un guide pratique pour favoriser les mesures

Paru en 2017

5 ÉTAPES CLÉS POUR INTÉGRER, RÉALISER ET VALORISER DES MESURES DE QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR À RÉCEPTION

1 PROGRAMME
Intégrer des objectifs de QAI, leurs mesures à réception et le partage des informations
- Définition de l'ambition (valeurs sanitaires à atteindre)
- Analyse du site et budgétisation

2 CONCEPTION
Choisir l'équipe, partager les objectifs et prendre en compte les exigences dans le projet
- Désignation des compétences requises
- Sensibilisation de l'équipe projet
- Choix de conception

3 DCE
Intégrer la campagne de mesures dans les contrats et au planning d'exécution
- Missions relatives à la campagne de mesures
- Sélection des prestataires
- Plan de mesures

4 RÉALISATION
Suivre la mise en œuvre des exigences de conception pendant le chantier et préparer la campagne de mesures
- Bonnes pratiques de chantier
- Vérification des installations de ventilation

5 LIVRAISON
Réaliser les mesures, analyser, réagir puis valoriser les résultats et les transmettre
- Bonnes pratiques pour la réalisation des mesures
- Interprétation des résultats et actions correctives éventuelles
- Communication aux parties prenantes

Téléchargeable sur le site : www.hqegbc.org

Protocole de surveillance de la QAI dans un bâtiment en exploitation

Des paramètres physico-chimiques et biologiques

- paramètres prioritaires : destinés à vérifier un éventuel dysfonctionnement des installations techniques du bâtiment en exploitation
- paramètres optionnels ou secondaires : à utiliser uniquement si la situation environnementale a évolué

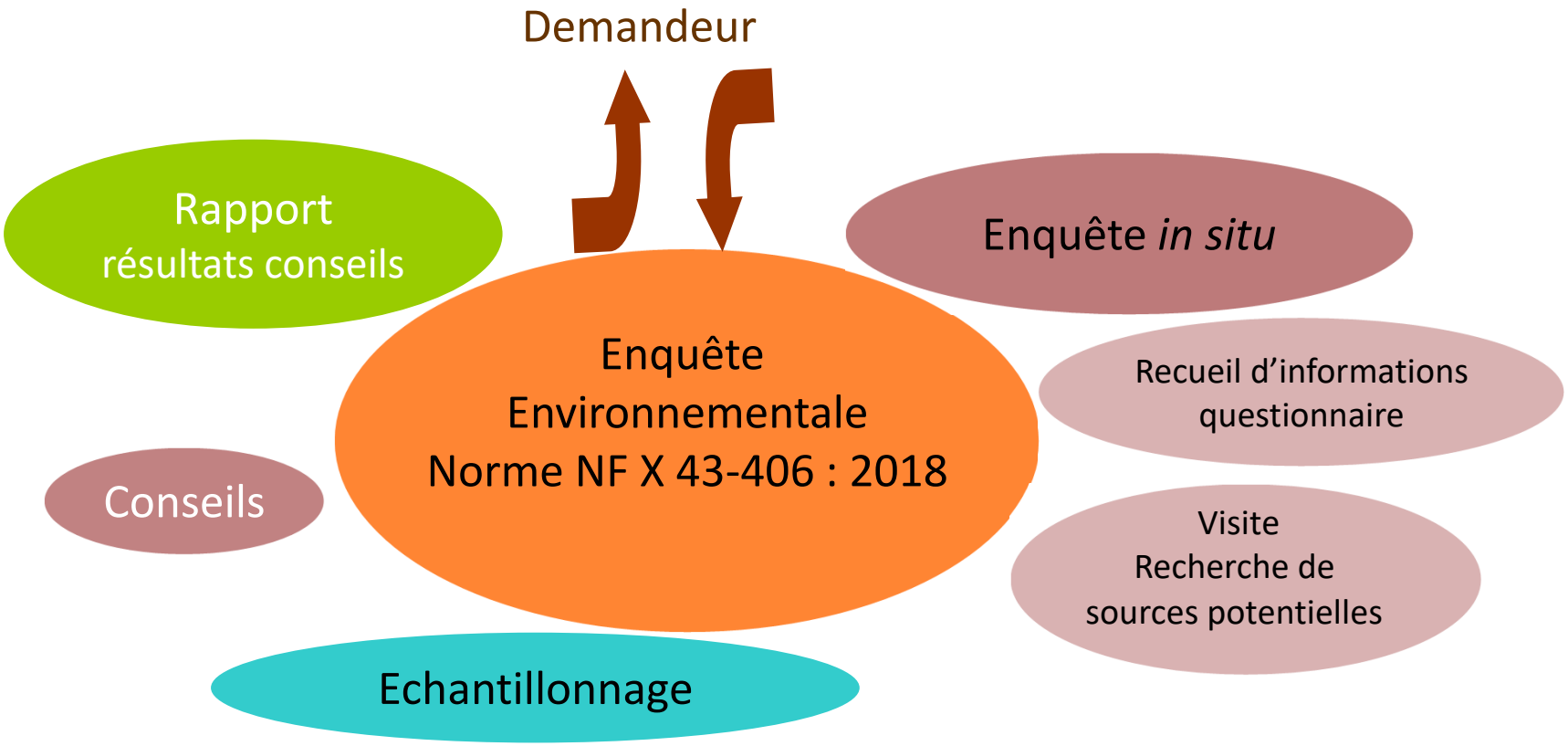
Protocole de la surveillance de la QAI

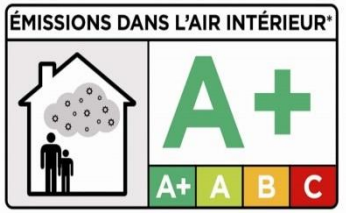
Paramètres prioritaires	Paramètres optionnels ou secondaires
Température	Benzène
Hygrométrie	Dioxyde d'azote (NO2)
Courbe de dioxyde de carbone (CO2)	PM2,5
Monoxyde de carbone (CO) si source de combustion ou proximité de parking - garage	
Flore bactérienne (dénombrement)	
Flore fongique (dénombrement)	
Indice de contamination particulaire	
Indice COV (Composés organiques volatils)	
Formaldéhyde	

Comparaison aux valeurs limites

Paramètre	Valeur limite
Température	23° C
Hygrométrie	40 – 60 %
CO2 (occupation normale)	Nombre de dépassements > 1300 ppm
CO	10 mg/m3
Indice de contamination particulaire particules ≥ 0,5 µm particules ≥ 1 µm	 35 200 000 /m3 8 320 000 /m3
Flore fongique revivifiable	100 UFC/m3
Flore bactérienne revivifiable	1 000 UFC/m3
Formaldéhyde	30 µg/m3
Indice COV	300 µg/m3

Stratégie d'enquête environnementale suite à signalement
(Bâtiments à usage d'habitation, d'enseignement et de bureaux)



LES ACTIONS DE PRÉVENTION DES RISQUES SANITAIRES

- **Réglementation**
  - étiquetage environnemental des produits (construction et décoration : A+)
  - systèmes de ventilation
  - surveillance obligatoire des établissements recevant du public – plans d'actions
- **Connaissances – Sensibilisation**
  - réduction des combustions (tabac, encens, bougies parfumées…)
  - entretien des équipements (cuisine, chauffage…)
  - hygiène des surfaces (poussière) et des réseaux d'eau (légionelles)
  - contrôle de l'humidité et de la température (acariens, moisissures)
  - pratiques d'aération et de nettoyage
  - évaluation de la QAI d'un bâtiment neuf ou rénové à réception et en exploitation
- **Accompagnement**
  - professionnels de santé
  - conseil en environnement intérieur