

Safiullah OMARY<sup>1</sup>, Elhem GHORBEL<sup>1</sup> & George WARDEH<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> L2MGC – Université de Cergy Pontoise, 5 Mail Gay Lussac 95000 Neuville sur Oise  
 Safiullah.Omary@etu-cergy.fr, Elhem.Ghorbel@u-cergy.fr, George.Wardeh@u-cergy.fr

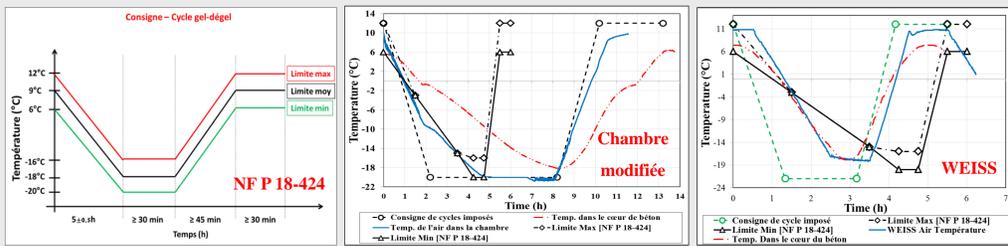


## INTRODUCTION

- Formulations des bétons
- Norme NF P 18-424 et cycles imposés
- Validation de l'approche expérimentale des essais gel/dégel
- Indicateurs normalisés [NF P 18-424]
  - ❖ Variation de l'allongement relatif
  - ❖ Variation du carré de la fréquence de résonance
- Aspect visuel
- Conclusions

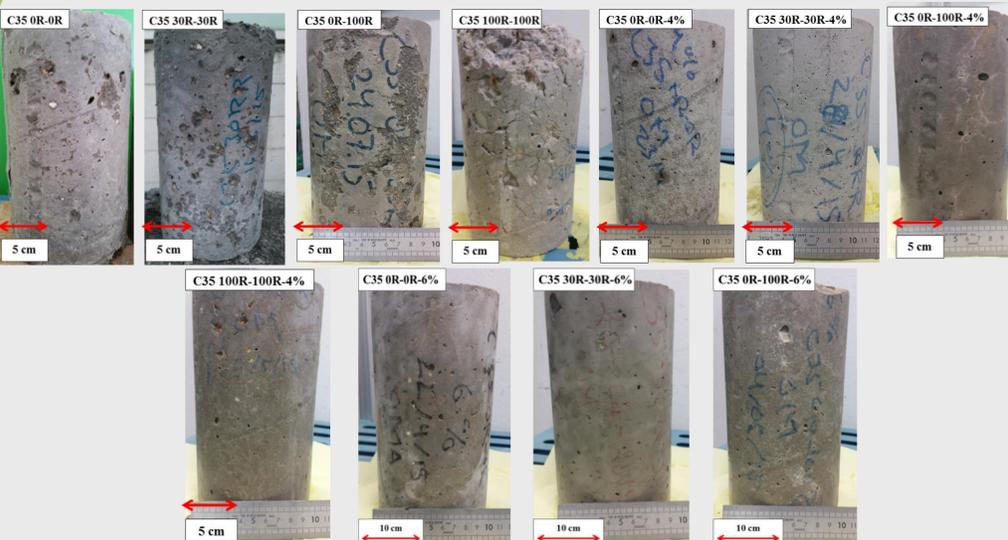
## Norme NF P 18-424 et cycles imposés

- Cycle gel/dégel dans la chambre modifiée et dans l'enceinte climatique de WEISS



Cycle	Durée	Vitesse de refroidissement	Palier de Gel	Durée de la montée de température	Palier de Dégel
<b>NF P 18-424</b>	4h à 6h	(6±1) °C/h Entre -3 °C et -15 °C	(-18±2) °C ≥ 30 min	≥ 45 min	(+9±3) °C ≥ 30 min
<b>Chambre froide</b>	Consigne imposée	(15) °C/h Entre -3 °C et -15 °C	-20 °C 6h	2 h	+10 °C 3 h
	Dans le cœur de béton	(5) °C/h Entre -3 °C et -15 °C	-18 °C 45 min	4,5 h	+6 °C 35 min
<b>WEISS</b>	Consigne imposée	(24) °C/h Entre -3 °C et -15 °C	-24 °C 1,8h	1 h	+12 °C 1,3h
	Dans le cœur de béton	(7) °C/h Entre -3 °C et -15 °C	-16 °C 35 min	2h	+6 °C 50 min

## Aspect visuel Après 300 cycles gel/dégel



Formulations	C35/45 0R-0R	C35/45 30R-30R	C35/45 0R-100R	C35/45 100R-100R	C35/45 0R-0R-4%	C35/45 30R-30R-4%	C35/45 0R-100R-4%	C35/45 100R-100R-4%	C35/45 0R-0R-6%	C35/45 30R-30R-6%	C35/45 0R-100R-6%	C35/45 100R-100R-6%
N <sub>Apparition de fissures</sub>	90	90	30	30	240	240	180	180	-	-	-	210
N <sub>Apparition de perte de matière</sub>	120	90	90	90	240	240	180	180	-	-	-	210
N <sub>Début de perte de cohésion</sub>	210	210	90	90	-	-	-	-	-	-	-	-

\* N : Nombre de cycles gel/dégel

## Formulations des bétons

### C35/45 xR-yR

xR : Taux de substitution volumique en sable recyclé.

yR : Taux de substitution volumique en gravillons recyclés.

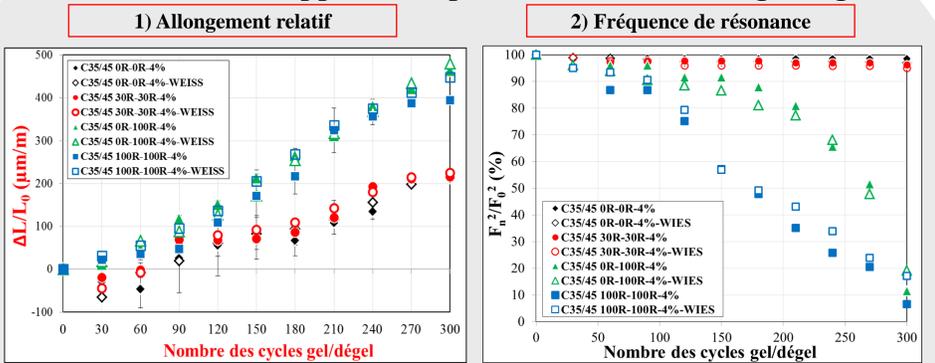
PN-RECYBETON	C35/45 0R-0R	C35/45 30R-30R	C35/45 0R-100R	C35/45 100R-100R
r <sub>v</sub> (%)	0	33	55	100

### C35/45 xR-yR-Z%

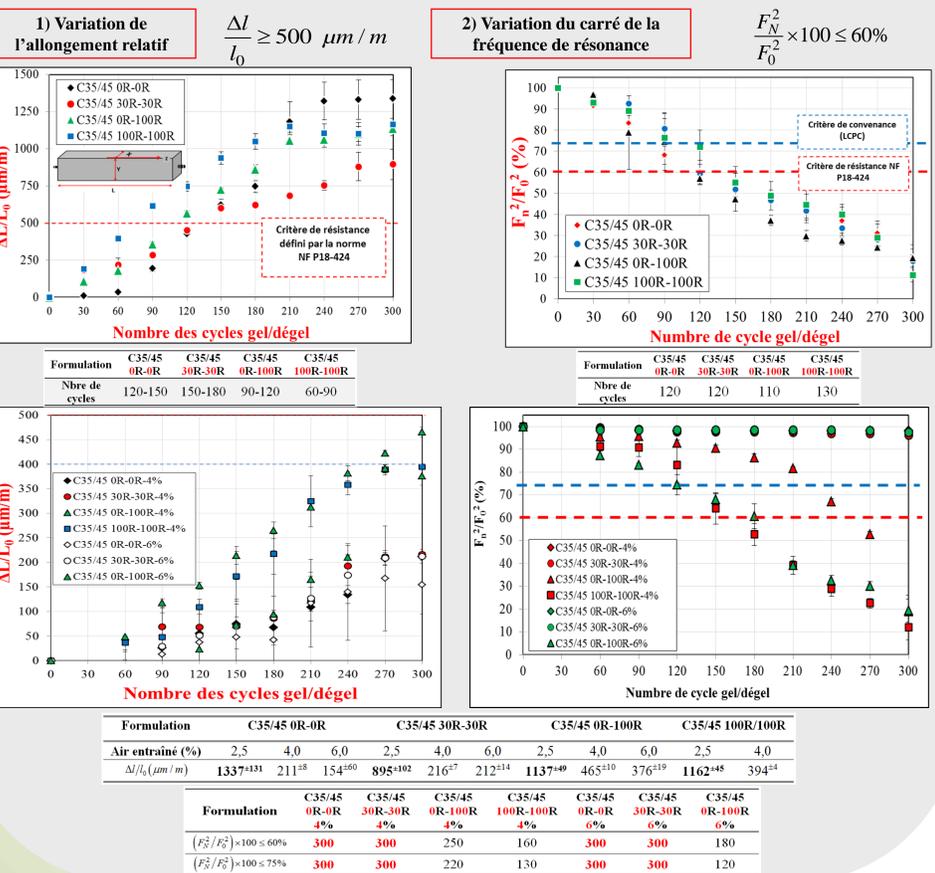
Z : l'air occlus mesuré expérimentalement (égal à 4% ou 6%).

PN-RECYBETON avec l'agent entraîneur d'air C35/45 xR-yR-Z%	4% d'air occlus				6% d'air occlus		
	C35/45 0R-0R	C35/45 30R-30R	C35/45 0R-100R	C35/45 100R-100R	C35/45 0R-0R	C35/45 30R-30R	C35/45 0R-100R
r <sub>v</sub> (%)	0	33	55	100	0	33	55

## Validation de l'approche expérimentale des essais gel/dégel



## Indicateurs normalisés [NF P 18-424]



## CONCLUSIONS :

- La vitesse de refroidissement et de remontée en température ainsi que la durée de cycle n'influencent pas les mécanismes de dégradation que subit le béton.
- L'incorporation des granulats recyclés accentue la dégradation par les cycles gel/dégel.
- L'introduction de l'agent entraîneur d'air dans les formulations améliore notablement la résistance au gel/dégel des bétons.
- Le rapport des carrés des fréquences de résonance est un indicateur plus sévère que l'allongement relatif.
- L'ajout d'un agent entraîneur d'air retarde l'apparition des fissures internes et le décollement de matière.
- Les formulations C35/45 0R-0R et C35/45 30R-30R avec des teneurs en air occlus de 4% sont évaluées résistantes au gel/dégel vis-à-vis les critères de durabilité recommandés par la norme NF P 18-459.

Remerciements : Les auteurs tiennent à remercier l'ANR pour le soutien financier.

