



Supplement of

A new set of indicators for model evaluation complementing FAIRMODE's modelling quality objective (MQO)

Alexander de Meij et al.

Correspondence to: Philippe Thunis (philippe.thunis@ec.europa.eu)

The copyright of individual parts of the supplement might differ from the article licence.

Supplement material

Table S1 Overview model characteristics

Model	Meteorological driver	Emissions	Boundary Conditions	Gas phase chemistry / Inorganic aerosols	Assimilated surface pollutants	Assimilation
Chimere	IFS, 3 hourly	CAMS-REG-AP	CAMS-Global IFS	MELCHIOR 2 / ISORROPIA 2.1	NO ₂ , O ₃ , PM _{2.5} , PM ₁₀	Kriging-based
DEHM	IFS, 3 hourly	CAMS-REG-AP	CAMS-Global IFS	Modified Strand and Hov (1994) / Frohn (2004)	NO ₂ , CO, SO ₂ , O ₃ , PM _{2.5} , PM ₁₀	Intermittent 3D-Var
EMEP	IFS, 3 hourly	CAMS-REG-AP	CAMS-Global IFS	EmChem19a / MARS (Binkowski and Shankar, 1995)	NO ₂ , CO, SO ₂ , O ₃ , PM _{2.5} , PM ₁₀	Intermittent 3D-Var
EURAD	IFS	CAMS-REG-AP	CAMS-Global IFS	RACM-MM/ Thermodynamic equilibrium (Frieze and Ebel, 2010)	NO ₂ , CO, SO ₂ , O ₃ , PM _{2.5} , PM ₁₀	Intermittent 3D-Var
GEMAQ	IFS, 3 hourly	CAMS-REG-AP	CAMS-Global IFS	Modified ADOM IIB mechanism / Gong et al., (2003)	NO ₂ , O ₃ , PM _{2.5} , PM ₁₀	Optimal Interpolation
Lotos Euros	IFS, 3 hourly	CAMS-REG-AP	CAMS-Global IFS	Modified CBM-IV / ISORROPIA-2	NO ₂ , O ₃ , PM _{2.5} , PM ₁₀	Zhang (2001)
MOCAGE	IFS, 1 hourly	CAMS-REG-AP	CAMS-Global IFS + MOCAGE	RACM / ISORROPIA-2	NO ₂ , O ₃ , PM _{2.5} , PM ₁₀	3D-Var
SILAM	IFS, 1 hourly	CAMS-REG-AP	CAMS-Global IFS	CBM-IV / Sofiev (2000)	NO ₂ , O ₃ , CO, SO ₂ , PM _{2.5} , PM ₁₀	Intermittent 3D-Var /

Table S2 Overview statistics for the calculated air quality model indicators for NO₂ for different countries: (a) Spain, (b) France, (c) Germany, (d) Poland and (e) Italy. Indicators are: MQI Hourly/Daily (MQI_HD), Temporal Bias (TN), Temporal correlation coefficient (TN 1-R), Temporal Standard deviation (TNstdev), Yearly Urban-Traffic vs Urban-Background (Year UT-UB), Yearly Urban-Background vs Rural-Background (Year UB-RB) for Traffic, Industry, Background (T, I, B), difference in bias between Winter – Summer (W-S), Week – Weekend (W-We), Day – Night (DN), Spatial correlation coefficient (SN 1-R), Spatial standard deviation (SNstdev), MQI Year (MQI_YR). All statistical parameters are normalized by the measurement uncertainty (N).

NO ₂	MQI_HD	MQI_YR	TN (Bias)	TN(1- R)	TN (Stdev)	T(W- S)	T(Wk- We)	T(D- N)	B(W- S)	B(Wk- We)	B(D- N)	I(W- S)	I(Wk- We)	I(D- N)	SN(1- R)	SN (Stdev)	UT- UB	UB- RB
ES																		
CHla	0.51	0.93	0.30	0.13	0.27	0.81	0.54	0.80	0.60	0.29	0.41	0.70	0.29	0.49	0.24	0.32	1.39	1.12
DEHMa	0.70	1.66	0.50	0.16	0.40	1.06	0.95	0.82	0.79	0.58	0.40	0.77	0.55	0.66	0.25	0.40	1.21	1.24
EMPa	0.59	1.20	0.36	0.15	0.32	0.84	0.64	0.87	0.63	0.35	0.44	0.63	0.33	0.54	0.35	0.21	1.31	1.20
ENSKCa	0.59	1.33	0.41	0.10	0.35	0.90	0.66	0.89	0.61	0.36	0.41	0.65	0.38	0.51	0.32	0.22	1.29	1.06
FMla	0.57	1.20	0.37	0.15	0.29	0.77	0.60	0.88	0.64	0.29	0.51	0.67	0.30	0.44	0.38	0.17	1.35	1.09
GEMaQa	0.64	1.37	0.43	0.18	0.29	0.86	0.59	1.06	0.76	0.29	0.65	0.76	0.36	0.97	0.48	0.09	1.32	1.02
KNMa	0.65	1.44	0.44	0.16	0.32	0.87	0.67	0.93	0.66	0.33	0.41	0.64	0.38	0.55	0.27	0.27	1.29	1.06
MFMa	0.66	1.52	0.46	0.15	0.35	0.96	0.67	0.85	0.58	0.39	0.44	0.88	0.40	0.65	0.84	0.05	1.46	1.13
RIUa	0.66	1.62	0.50	0.14	0.38	1.15	0.78	0.86	0.72	0.47	0.41	0.68	0.51	0.55	0.31	0.26	1.27	1.09
FR																		
CHla	0.63	1.58	0.46	0.12	0.29	0.83	0.56	1.45	0.49	0.19	0.41	0.40	0.16	0.26	0.30	0.71	1.93	1.19
DEHMa	0.82	2.22	0.63	0.16	0.39	1.11	0.81	1.57	0.77	0.45	0.35	0.33	0.41	0.27	0.51	0.62	1.91	1.73
EMPa	0.73	1.95	0.54	0.13	0.35	0.86	0.63	1.60	0.52	0.24	0.42	0.37	0.22	0.30	0.46	0.60	1.99	1.41
ENSKCa	0.74	1.97	0.57	0.11	0.35	0.85	0.65	1.57	0.58	0.26	0.44	0.32	0.24	0.28	0.44	0.58	1.96	1.36
FMla	0.69	1.78	0.50	0.13	0.30	0.84	0.59	1.52	0.51	0.20	0.33	0.35	0.16	0.30	0.46	0.55	1.96	1.15
GEMaQa	0.74	2.04	0.57	0.16	0.29	1.00	0.63	1.61	0.58	0.24	0.49	0.39	0.20	0.43	0.49	0.53	1.96	1.60
KNMa	0.75	2.05	0.58	0.15	0.31	0.86	0.60	1.64	0.63	0.26	0.47	0.27	0.13	0.32	0.45	0.56	1.97	1.38
MFMa	0.74	1.98	0.58	0.14	0.35	0.91	0.70	1.64	0.58	0.32	0.51	0.40	0.35	0.36	0.59	0.47	1.96	1.23
RIUa	0.81	2.24	0.63	0.14	0.37	1.12	0.77	1.65	0.77	0.37	0.48	0.22	0.33	0.39	0.50	0.56	1.95	1.45
DE																		
CHla	0.62	1.69	0.48	0.10	0.26	0.73	0.73	1.20	0.45	0.22	0.34	0.34	0.22	0.24	0.32	0.60	1.80	1.42
DEHMa	0.73	2.00	0.58	0.16	0.29	0.69	0.91	1.24	0.50	0.41	0.33	0.35	0.48	0.22	0.42	0.56	1.71	1.44
EMPa	0.68	1.84	0.54	0.12	0.27	0.73	0.79	1.23	0.50	0.26	0.29	0.49	0.25	0.26	0.41	0.53	1.82	1.39
ENSKCa	0.68	1.86	0.53	0.12	0.27	0.77	0.80	1.26	0.45	0.30	0.29	0.38	0.33	0.20	0.41	0.51	1.82	1.24
FMla	0.66	1.77	0.51	0.13	0.24	0.76	0.77	1.23	0.44	0.22	0.31	0.36	0.26	0.28	0.48	0.45	1.86	1.21
GEMaQa	0.69	1.82	0.53	0.18	0.21	0.90	0.82	1.44	0.53	0.29	0.39	0.45	0.33	0.39	0.46	0.46	1.84	1.17
KNMa	0.69	1.94	0.55	0.16	0.23	0.78	0.74	1.42	0.53	0.25	0.35	0.48	0.31	0.30	0.45	0.48	1.80	1.25
MFMa	0.69	1.92	0.54	0.18	0.27	1.02	0.82	1.30	0.55	0.36	0.36	1.41	0.53	0.86	1.26	0.03	2.08	1.37
RIUa	0.71	1.91	0.55	0.17	0.24	0.73	0.85	1.34	0.45	0.37	0.36	0.35	0.44	0.26	0.45	0.47	1.75	1.16
IT																		
CHla	0.63	1.46	0.42	0.17	0.31	1.13	0.47	1.25	1.11	0.26	0.58	0.85	0.32	0.48	0.36	0.59	1.90	1.83
DEHMa	0.87	2.50	0.71	0.16	0.45	1.42	0.86	1.45	1.38	0.58	0.77	0.89	0.68	0.58	0.60	0.47	1.92	2.16
EMPa	0.77	2.09	0.57	0.24	0.40	1.41	0.59	1.37	1.63	0.39	0.65	1.18	0.52	0.51	0.82	0.19	2.05	1.98
ENSKCa	0.82	2.29	0.64	0.14	0.42	1.28	0.70	1.48	1.20	0.41	0.75	0.71	0.53	0.61	0.63	0.37	1.97	1.92
FMla	0.76	2.01	0.57	0.18	0.37	1.21	0.63	1.49	1.27	0.32	0.71	0.97	0.45	0.51	0.74	0.21	2.03	1.73
GEMaQa	0.80	2.11	0.60	0.34	0.38	1.91	0.61	2.04	2.03	0.34	1.17	1.67	0.39	1.13	0.93	0.10	2.10	1.93
KNMa	0.84	2.43	0.69	0.17	0.42	1.34	0.67	1.59	1.33	0.39	0.77	0.89	0.55	0.64	0.57	0.43	1.88	1.81
MFMa	0.83	2.27	0.64	0.22	0.41	1.62	0.76	1.35	1.41	0.50	0.71	0.86	0.56	0.62	0.72	0.36	1.88	1.93
RIUa	0.89	2.62	0.73	0.20	0.45	1.62	0.76	1.40	1.58	0.48	0.77	1.29	0.61	0.64	0.64	0.41	1.87	1.86
PL																		
CHla	0.60	1.38	0.42	0.18	0.27	1.49	0.67	1.24	0.54	0.24	0.37	0.28	0.30	0.19	0.30	0.67	2.40	1.07
DEHMa	0.76	2.06	0.59	0.14	0.35	1.10	1.05	1.30	0.85	0.63	0.45	0.40	0.70	0.21	0.24	0.81	2.33	1.17
EMPa	0.74	1.89	0.55	0.17	0.30	1.63	0.88	1.32	0.54	0.53	0.35	0.22	0.55	0.32	0.35	0.67	2.37	1.22
ENSKCa	0.72	1.93	0.56	0.13	0.29	1.50	0.87	1.32	0.57	0.47	0.36	0.11	0.52	0.30	0.32	0.67	2.38	1.14
FMla	0.69	1.81	0.53	0.18	0.24	1.84	0.80	1.23	0.55	0.39	0.39	0.48	0.45	0.27	0.39	0.61	2.40	1.08
GEMaQa	0.76	1.94	0.56	0.28	0.19	1.83	0.88	1.54	0.71	0.41	0.40	0.66	0.49	0.57	0.36	0.63	2.33	1.10
KNMa	0.76	2.06	0.60	0.18	0.27	0.88	0.79	1.32	0.78	0.37	0.32	0.67	0.45	0.43	0.36	0.59	2.39	1.06
MFMa	0.70	1.64	0.45	0.32	0.23	2.23	0.86	1.35	0.97	0.51	0.40	0.81	0.51	0.51	1.00	0.16	3.76	1.28
RIUa	0.76	2.10	0.61	0.17	0.28	1.29	0.92	1.36	0.50	0.51	0.34	0.09	0.54	0.24	0.27	0.73	2.35	1.22

Table S3. Similar to NO2, but for O3.

O3	MQI HD	MQI YR	TN(Bias)	TN(1-R)	TN (Stdev)	T(W-S)	T(Wk-We)	B(W-S)	B(Wk-We)	I(W-S)	I(Wk-We)	SN(1-R)	SN (Stdev)	UT-UB	UB-RB
ES															
CHla	0.52	0.50	0.36	0.14	0.18	0.57	0.17	0.49	0.11	0.55	0.10	0.06	0.16	0.45	0.52
DEHMa	0.71	0.75	0.54	0.19	0.29	0.92	0.23	0.95	0.14	0.80	0.12	0.08	0.20	0.48	0.67
EMPa	0.60	0.60	0.44	0.19	0.17	0.76	0.21	0.51	0.11	0.62	0.10	0.10	0.10	0.56	0.59
ENSKCa	0.56	0.54	0.39	0.14	0.24	0.74	0.20	0.62	0.09	0.59	0.09	0.07	0.17	0.53	0.56
FMla	0.58	0.60	0.45	0.17	0.16	0.62	0.18	0.61	0.10	0.56	0.09	0.09	0.10	0.58	0.74
GEMAQa	0.91	0.76	0.55	0.34	0.33	1.38	0.26	1.35	0.12	1.39	0.15	0.11	0.10	0.66	0.57
KNMa	0.71	0.74	0.53	0.19	0.25	0.84	0.22	0.77	0.13	0.77	0.12	0.10	0.16	0.56	0.66
MFMa	0.58	0.60	0.44	0.17	0.21	0.80	0.21	0.63	0.10	0.57	0.11	0.10	0.10	0.54	0.76
RIUa	0.93	0.87	0.63	0.47	0.25	0.98	0.23	0.91	0.12	0.81	0.12	0.15	0.21	0.55	0.55
FR															
CHla	0.34	0.25	0.18	0.08	0.10	0.26	0.05	0.33	0.07	0.15	0.06	0.03	0.07	---	0.47
DEHMa	0.50	0.49	0.35	0.13	0.22	0.45	0.06	0.63	0.10	0.71	0.10	0.04	0.06	---	0.60
EMPa	0.39	0.29	0.22	0.09	0.11	0.33	0.02	0.44	0.07	0.26	0.03	0.05	0.01	---	0.54
ENSKCa	0.32	0.28	0.20	0.06	0.13	0.27	0.04	0.37	0.05	0.22	0.04	0.03	0.06	---	0.51
FMla	0.36	0.30	0.21	0.08	0.09	0.17	0.06	0.35	0.07	0.21	0.02	0.04	0.01	---	0.38
GEMAQa	0.57	0.54	0.38	0.16	0.15	0.30	0.01	0.63	0.08	0.45	0.05	0.05	0.03	---	0.61
KNMa	0.46	0.45	0.33	0.12	0.20	0.27	0.01	0.57	0.08	0.34	0.06	0.04	0.03	---	0.48
MFMa	0.37	0.32	0.23	0.10	0.13	0.38	0.06	0.48	0.07	0.31	0.04	0.04	0.02	---	0.43
RIUa	0.66	0.46	0.33	0.28	0.16	0.00	0.01	0.66	0.14	0.30	0.13	0.09	0.01	---	0.68
DE															
CHla	0.46	0.52	0.36	0.10	0.11	0.68	0.26	0.33	0.09	0.42	0.04	0.04	0.20	0.79	0.64
DEHMa	0.61	0.64	0.44	0.16	0.20	0.56	0.26	0.67	0.11	0.78	0.04	0.06	0.18	0.88	0.66
EMPa	0.54	0.51	0.38	0.13	0.11	0.58	0.23	0.37	0.12	0.36	0.05	0.06	0.16	0.90	0.63
ENSKCa	0.46	0.50	0.37	0.09	0.13	0.59	0.26	0.36	0.11	0.40	0.04	0.04	0.19	0.78	0.62
FMla	0.48	0.51	0.36	0.11	0.11	0.61	0.25	0.34	0.09	0.39	0.04	0.06	0.13	0.82	0.57
GEMAQa	0.64	0.67	0.45	0.20	0.13	0.45	0.32	0.45	0.14	0.43	0.09	0.05	0.17	0.79	0.69
KNMa	0.59	0.61	0.43	0.15	0.20	0.45	0.23	0.57	0.11	0.68	0.08	0.05	0.17	0.83	0.61
MFMa	0.52	0.53	0.36	0.10	0.16	0.52	0.25	0.44	0.10	0.43	0.06	0.06	0.16	0.61	0.61
RIUa	0.71	0.64	0.44	0.31	0.18	1.08	0.28	0.87	0.17	0.70	0.10	0.08	0.10	0.79	0.64
IT															
CHla	0.82	0.96	0.70	0.19	0.26	0.83	0.22	1.01	0.14	0.57	0.15	0.29	0.16	0.66	1.20
DEHMa	0.83	0.85	0.60	0.22	0.40	0.83	0.24	1.65	0.16	0.84	0.08	0.14	0.28	0.71	1.27
EMPa	0.97	1.10	0.77	0.31	0.25	0.72	0.21	0.95	0.16	0.42	0.20	0.32	0.11	0.79	1.37
ENSKCa	0.75	0.80	0.59	0.15	0.31	0.77	0.25	1.18	0.16	0.49	0.09	0.17	0.24	0.69	1.15
FMla	0.99	1.13	0.78	0.26	0.30	1.08	0.20	1.08	0.15	0.77	0.14	0.41	0.03	0.87	1.35
GEMAQa	0.99	0.99	0.66	0.29	0.34	1.16	0.30	1.63	0.19	0.87	0.13	0.12	0.26	0.83	1.26
KNMa	0.94	1.13	0.79	0.29	0.43	0.85	0.31	1.72	0.22	0.96	0.16	0.16	0.21	0.79	1.33
MFMa	0.83	0.83	0.59	0.27	0.33	0.93	0.28	1.24	0.16	0.56	0.14	0.23	0.15	0.63	1.33
RIUa	1.11	0.97	0.69	0.50	0.41	0.76	0.32	1.80	0.20	0.77	0.13	0.14	0.21	0.88	0.99
PL															
CHla	0.38	0.27	0.19	0.10	0.11	0.36	0.01	0.44	0.09	0.31	0.09	0.02	0.07	0.24	0.37
DEHMa	0.46	0.35	0.25	0.15	0.22	0.00	0.05	0.97	0.11	0.88	0.12	0.02	0.08	0.25	0.37
EMPa	0.40	0.29	0.21	0.15	0.11	0.46	0.04	0.57	0.11	0.41	0.12	0.02	0.05	0.29	0.40
ENSKCa	0.37	0.26	0.18	0.11	0.14	0.33	0.04	0.51	0.09	0.40	0.12	0.01	0.08	0.24	0.37
FMla	0.39	0.27	0.19	0.12	0.12	0.40	0.05	0.55	0.09	0.30	0.14	0.03	0.01	0.36	0.49
GEMAQa	0.59	0.48	0.33	0.22	0.11	0.20	0.12	0.57	0.16	0.34	0.19	0.02	0.04	0.23	0.41
KNMa	0.52	0.42	0.29	0.16	0.21	0.09	0.03	0.75	0.08	0.56	0.13	0.03	0.02	0.21	0.30
MFMa	0.46	0.29	0.20	0.16	0.15	0.26	0.06	0.57	0.12	0.43	0.12	0.03	0.06	0.15	0.34
RIUa	0.65	0.20	0.14	0.37	0.16	1.09	0.02	1.05	0.11	0.23	0.18	0.02	0.05	0.23	0.40

Table S4. Similar to NO2, but for PM2.5

PM25	MQI HD	MQI YR	TN(Bias)	TN(1-R)	TN (Stdev)	T(W-S)	T(Wk-We)	B(W-S)	B(Wk-We)	I(W-S)	I(Wk-We)	SN(1-R)	SN (Stdev)	UT-UB	UB-RB
ES															
CHla	0.45	0.58	0.34	0.10	0.18	0.57	0.16	0.70	0.13	0.62	0.10	0.07	0.19	0.77	0.46
DEHMa	0.51	0.54	0.32	0.12	0.23	0.77	0.17	0.51	0.11	0.57	0.07	0.07	0.21	0.65	0.51
EMPa	0.67	0.61	0.36	0.17	0.34	0.75	0.14	0.82	0.15	0.89	0.13	0.13	0.10	0.75	0.43
ENSKCa	0.45	0.53	0.30	0.10	0.19	0.59	0.12	0.44	0.10	0.57	0.08	0.09	0.17	0.70	0.42
FMla	0.54	0.64	0.37	0.13	0.21	0.49	0.18	0.40	0.15	0.65	0.11	0.13	0.08	0.75	0.40
GEMAQa	0.60	0.64	0.38	0.20	0.28	0.66	0.18	0.67	0.11	0.52	0.10	0.11	0.16	0.75	0.43
KNMa	0.54	0.55	0.32	0.17	0.20	0.86	0.12	0.47	0.13	0.61	0.14	0.09	0.16	0.76	0.38
MFMa	0.60	0.77	0.45	0.13	0.24	0.65	0.12	0.67	0.12	0.73	0.13	0.19	0.01	0.98	0.83
RIUa	0.56	0.61	0.35	0.20	0.26	0.79	0.11	0.50	0.12	0.65	0.10	0.10	0.14	0.64	0.48
FR															
CHla	0.59	0.33	0.19	0.33	0.16	0.33	0.16	0.58	0.13	0.49	0.07	0.02	0.12	0.50	0.34
DEHMa	0.57	0.39	0.24	0.30	0.21	0.56	0.16	0.95	0.11	0.92	0.12	0.06	0.05	0.56	0.38
EMPa	0.61	0.33	0.19	0.35	0.13	0.51	0.15	0.66	0.14	0.68	0.06	0.04	0.08	0.41	0.35
ENSKCa	0.59	0.36	0.21	0.30	0.17	0.49	0.16	0.88	0.13	0.76	0.09	0.04	0.08	0.51	0.35
FMla	0.61	0.39	0.23	0.36	0.14	0.43	0.15	0.71	0.12	0.64	0.11	0.04	0.10	0.48	0.40
GEMAQa	0.67	0.41	0.25	0.41	0.15	0.42	0.14	0.75	0.11	0.74	0.11	0.07	0.04	0.55	0.45
KNMa	0.61	0.38	0.23	0.33	0.16	0.78	0.19	1.11	0.16	1.16	0.14	0.04	0.06	0.54	0.31
MFMa	0.60	0.42	0.24	0.34	0.21	0.51	0.16	0.79	0.16	0.73	0.11	0.06	0.00	0.61	0.47
RIUa	0.71	0.47	0.27	0.46	0.19	0.55	0.21	1.00	0.19	1.07	0.15	0.09	0.02	0.58	0.43
DE															
CHla	0.28	0.33	0.19	0.05	0.13	0.32	0.08	0.28	0.09	0.28	0.07	0.03	0.09	0.32	0.40
DEHMa	0.37	0.37	0.22	0.08	0.16	0.41	0.10	0.31	0.11	0.35	0.09	0.04	0.10	0.34	0.31
EMPa	0.32	0.34	0.20	0.06	0.13	0.42	0.12	0.44	0.08	0.38	0.07	0.04	0.08	0.34	0.31
ENSKCa	0.28	0.29	0.17	0.04	0.15	0.39	0.10	0.33	0.09	0.28	0.07	0.02	0.10	0.31	0.31
FMla	0.34	0.41	0.25	0.05	0.14	0.48	0.15	0.37	0.11	0.40	0.11	0.04	0.08	0.32	0.41
GEMAQa	0.52	0.39	0.23	0.21	0.17	0.32	0.14	0.44	0.09	0.28	0.11	0.06	0.04	0.37	0.46
KNMa	0.42	0.32	0.19	0.13	0.15	0.96	0.11	0.87	0.14	0.87	0.13	0.03	0.10	0.31	0.28
MFMa	0.34	0.43	0.25	0.06	0.12	0.40	0.15	0.35	0.13	0.27	0.15	0.05	0.01	0.31	0.53
RIUa	0.56	0.55	0.32	0.21	0.21	0.52	0.18	0.43	0.22	0.42	0.17	0.04	0.05	0.39	0.32
IT															
CHla	0.82	0.57	0.34	0.60	0.24	---	0.31	---	0.23	---	0.31	0.09	0.25	0.09	---
DEHMa	0.83	0.72	0.44	0.42	0.36	---	0.22	---	0.20	---	0.31	0.11	0.25	0.09	---
EMPa	0.99	0.78	0.45	0.76	0.40	---	0.27	---	0.28	---	0.31	0.23	0.07	0.11	---
ENSKCa	0.84	0.61	0.38	0.46	0.36	---	0.25	---	0.22	---	0.27	0.13	0.20	0.09	---
FMla	0.87	0.76	0.44	0.60	0.33	---	0.35	---	0.31	---	0.37	0.17	0.16	0.10	---
GEMAQa	0.90	0.68	0.39	0.70	0.33	---	0.11	---	0.18	---	0.21	0.18	0.14	0.08	---
KNMa	0.85	0.58	0.36	0.56	0.32	---	0.23	---	0.23	---	0.28	0.06	0.20	0.09	---
MFMa	0.84	0.73	0.45	0.50	0.33	---	0.27	---	0.25	---	0.31	0.16	0.17	0.06	---
RIUa	0.89	0.78	0.46	0.51	0.42	---	0.23	---	0.20	---	0.27	0.20	0.15	0.10	---
PL															
CHla	1.04	0.53	0.30	0.95	0.42	0.52	0.15	1.04	0.29	---	0.19	0.06	0.16	0.42	0.93
DEHMa	1.06	0.99	0.58	0.44	0.69	1.02	0.12	1.62	0.22	---	0.03	0.05	0.20	0.25	0.64
EMPa	1.03	0.66	0.38	0.83	0.51	0.43	0.22	1.24	0.27	---	0.19	0.08	0.12	0.32	0.77
ENSKCa	1.04	0.72	0.42	0.75	0.57	0.33	0.19	1.43	0.29	---	0.20	0.07	0.14	0.30	0.71
FMla	1.06	0.60	0.35	0.99	0.45	0.40	0.17	1.35	0.36	---	0.20	0.08	0.14	0.34	0.77
GEMAQa	1.12	0.66	0.38	1.13	0.43	0.46	0.17	1.05	0.24	---	0.06	0.10	0.06	0.29	0.88
KNMa	1.09	0.88	0.54	0.82	0.62	0.59	0.25	2.13	0.31	---	0.33	0.11	0.07	0.33	0.74
MFMa	1.04	0.68	0.38	0.85	0.54	0.46	0.24	1.37	0.31	---	0.35	0.12	0.04	0.37	1.03
RIUa	1.07	0.85	0.50	0.75	0.57	0.88	0.21	1.53	0.34	---	0.19	0.08	0.15	0.22	0.68

Table S5. Similar to NO2, but for PM10.

PM10	MQI HD	MQI YR	TN(Bias)	TN(1-R)	TN (Stdev)	T(W-S)	T(Wk-We)	B(W-S)	B(Wk-We)	I(W-S)	I(Wk-We)	SN(1-R)	SN (Stdev)	UT-UB	UB-RB
ES															
CHla	0.69	1.20	0.49	0.20	0.33	0.86	0.33	1.12	0.31	1.11	0.30	0.29	0.52	1.05	1.42
DEHMa	0.82	1.31	0.54	0.34	0.29	1.09	0.40	1.21	0.28	1.13	0.35	0.40	0.40	1.03	1.61
EMPa	0.90	1.21	0.51	0.47	0.47	1.26	0.42	1.40	0.27	1.24	0.43	0.63	0.12	1.00	1.11
ENSKCa	0.71	1.28	0.53	0.20	0.33	0.94	0.40	1.29	0.26	1.25	0.39	0.36	0.43	0.96	1.20
FMla	0.74	1.10	0.46	0.32	0.31	1.07	0.45	1.40	0.33	1.18	0.41	0.43	0.28	0.99	1.15
GEMAQa	0.95	1.77	0.74	0.34	0.38	1.08	0.55	1.71	0.42	1.68	0.46	0.48	0.45	0.96	1.24
KNMa	1.41	1.35	0.56	0.97	0.97	1.62	0.41	1.57	0.39	2.15	0.43	0.72	0.20	1.22	1.52
MFMa	1.06	2.04	0.82	0.26	0.60	1.15	0.47	1.73	0.38	1.60	0.39	0.73	0.26	1.16	1.52
RIUa	0.93	1.81	0.75	0.31	0.37	1.04	0.50	1.32	0.31	1.34	0.38	0.40	0.48	0.87	1.22
FR															
CHla	0.52	0.90	0.39	0.14	0.18	0.73	0.44	0.77	0.22	0.97	0.32	0.13	0.42	1.18	1.39
DEHMa	0.68	1.18	0.49	0.26	0.23	0.74	0.51	1.17	0.24	1.27	0.34	0.36	0.23	1.47	0.98
EMPa	0.64	0.90	0.38	0.24	0.17	0.80	0.50	0.96	0.24	1.16	0.33	0.22	0.32	1.27	0.90
ENSKCa	0.61	1.14	0.48	0.14	0.23	0.74	0.53	0.90	0.21	1.00	0.41	0.17	0.36	1.18	0.89
FMla	0.62	1.12	0.47	0.20	0.20	0.64	0.50	0.85	0.21	1.05	0.43	0.17	0.40	1.13	1.12
GEMAQa	0.76	1.39	0.59	0.24	0.28	0.66	0.61	0.85	0.39	1.11	0.54	0.23	0.29	1.23	0.86
KNMa	0.94	1.18	0.50	0.61	0.43	1.19	0.65	1.40	0.35	1.08	0.50	0.21	0.33	1.15	0.85
MFMa	0.74	1.32	0.55	0.15	0.37	0.85	0.53	0.93	0.30	1.06	0.47	0.26	0.22	1.04	0.79
RIUa	0.82	1.51	0.64	0.27	0.23	0.97	0.55	1.15	0.27	0.95	0.47	0.36	0.24	1.06	0.83
DE															
CHla	0.53	0.90	0.37	0.12	0.23	0.81	0.40	0.63	0.22	0.75	0.22	0.17	0.34	0.94	1.02
DEHMa	0.69	1.27	0.52	0.18	0.26	0.62	0.49	0.86	0.20	0.69	0.25	0.20	0.26	1.06	1.14
EMPa	0.57	0.89	0.38	0.17	0.22	0.85	0.42	0.59	0.24	0.52	0.33	0.26	0.22	1.10	1.26
ENSKCa	0.53	0.94	0.38	0.10	0.27	0.74	0.46	0.49	0.19	0.55	0.26	0.15	0.31	0.90	0.92
FMla	0.58	1.05	0.44	0.11	0.27	0.86	0.49	0.63	0.20	0.53	0.34	0.20	0.32	0.96	1.05
GEMAQa	0.68	1.09	0.46	0.25	0.29	0.59	0.54	0.83	0.28	0.81	0.34	0.22	0.24	0.84	1.04
KNMa	0.65	0.96	0.39	0.25	0.24	1.04	0.39	0.65	0.20	0.55	0.25	0.16	0.28	0.92	0.80
MFMa	0.63	1.10	0.46	0.12	0.34	0.84	0.55	0.52	0.19	0.51	0.33	0.20	0.26	0.89	0.99
RIUa	0.63	0.85	0.35	0.31	0.19	0.64	0.36	0.58	0.24	0.52	0.18	0.18	0.26	0.90	0.92
IT															
CHla	0.68	0.91	0.38	0.28	0.26	1.15	0.24	2.04	0.28	1.29	0.43	0.23	0.36	0.48	1.17
DEHMa	0.82	1.23	0.49	0.35	0.32	1.58	0.35	2.22	0.37	1.03	0.59	0.60	0.33	0.79	1.37
EMPa	1.01	1.15	0.47	0.56	0.50	1.80	0.39	2.52	0.36	1.96	0.59	0.55	0.15	0.79	1.12
ENSKCa	0.79	1.41	0.59	0.24	0.36	1.39	0.39	1.98	0.32	0.72	0.61	0.31	0.42	0.67	1.08
FMla	0.82	1.03	0.43	0.36	0.42	1.30	0.31	1.65	0.28	1.09	0.44	0.33	0.35	1.23	1.07
GEMAQa	1.05	1.66	0.69	0.59	0.43	1.78	0.73	2.50	0.35	0.89	0.94	0.55	0.40	0.66	1.30
KNMa	1.14	1.18	0.48	0.89	0.65	2.62	0.52	2.78	0.31	2.68	0.64	0.24	0.19	0.71	1.01
MFMa	1.10	2.02	0.82	0.25	0.50	1.26	0.49	2.18	0.30	1.39	0.63	0.43	0.42	0.64	1.00
RIUa	1.14	2.15	0.88	0.41	0.43	1.91	0.51	3.04	0.33	0.98	0.72	0.43	0.43	0.44	0.89
PL															
CHla	0.62	0.94	0.38	0.21	0.34	1.29	0.37	1.59	0.27	1.00	0.47	0.28	0.32	1.43	1.61
DEHMa	0.74	1.01	0.41	0.30	0.45	1.74	0.53	2.30	0.30	1.22	0.75	0.28	0.35	1.33	1.68
EMPa	0.75	1.08	0.44	0.29	0.36	1.27	0.44	1.82	0.27	0.75	0.58	0.45	0.22	1.40	2.59
ENSKCa	0.77	1.32	0.53	0.19	0.46	1.69	0.50	2.10	0.27	1.09	0.70	0.30	0.27	1.32	1.37
FMla	0.68	1.15	0.45	0.24	0.35	1.42	0.46	1.67	0.26	1.15	0.59	0.29	0.29	1.34	1.57
GEMAQa	0.88	1.47	0.60	0.31	0.45	1.29	0.55	1.76	0.35	0.84	0.79	0.42	0.12	1.25	1.29
KNMa	1.10	1.99	0.80	0.36	0.58	2.62	0.49	2.98	0.31	2.27	0.71	0.33	0.26	1.19	1.03
MFMa	0.87	1.57	0.65	0.19	0.53	1.74	0.57	2.09	0.37	1.22	0.77	0.36	0.20	1.26	1.50
RIUa	1.09	1.95	0.79	0.36	0.59	2.27	0.51	3.05	0.35	1.95	0.74	0.37	0.28	1.07	1.18

Citing the models

(<https://confluence.ecmwf.int/display/CKB/CAMS+Regional%3A+European+air+quality+reanalyses+data+documentation>)

35

For ENSEMBLE

Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris), Aarhus University, Norwegian Meteorological Institute (MET Norway), Jülich Institut für Energie- und Klimaforschung (IEK), Institute of Environmental Protection – National Research Institute (IEP-NRI), Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI), METEO FRANCE, 40 Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek (TNO), Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI), Finnish Meteorological Institute (FMI), Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development (ENEA) and Barcelona Supercomputing Center (BSC) (2022): CAMS European air quality forecasts, ENSEMBLE data. Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) Atmosphere Data Store (ADS). (Accessed on <DD-MMM-YYYY>), <https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-europe-air-quality-reanalyses?tab=overview> 45

For CHIMERE

Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) (2020): CAMS European air quality forecasts, CHIMERE model data. Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) Atmosphere Data Store (ADS). (Accessed 50 on <DD-MMM-YYYY>), <https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-europe-air-quality-reanalyses?tab=overview>

For DEHM

Aarhus University (2020): CAMS European air quality forecasts, DEHM model data. Copernicus Atmosphere Monitoring 55 Service (CAMS) Atmosphere Data Store (ADS). (Accessed on <DD-MMM-YYYY>), <https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-europe-air-quality-reanalyses?tab=overview>

For EMEP

Norwegian Meteorological Institute (MET Norway) (2020): CAMS European air quality forecasts, EMEP model data. 60 Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) Atmosphere Data Store (ADS). (Accessed on <DD-MMM-YYYY>), <https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-europe-air-quality-reanalyses?tab=overview>

For EURAD-IM

Jülich Institut für Energie- und Klimaforschung (IEK) (2020): CAMS European air quality forecasts, EURAD-IM model 65 data. Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) Atmosphere Data Store (ADS). (Accessed on <DD-MMM-YYYY>), <https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-europe-air-quality-reanalyses?tab=overview>

For GEM-AQ

Institute of Environmental Protection – National Research Institute (IEP-NRI) (2020): CAMS European air quality 70 forecasts, GEM-AQ model data. Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) Atmosphere Data Store (ADS). (Accessed on <DD-MMM-YYYY>), <https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-europe-air-quality-reanalyses?tab=overview>

For LOTOS-EUROS

- 75 Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) and Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek (TNO) (2020): CAMS European air quality forecasts, LOTOS-EUROS model data. Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) Atmosphere Data Store (ADS). (Accessed on <DD-MMM-YYYY>), <https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-europe-air-quality-reanalyses?tab=overview>

- 80 For MOCAGE

METEO-FRANCE (2020): CAMS European air quality forecasts, MOCAGE model data. Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) Atmosphere Data Store (ADS). (Accessed on <DD-MMM-YYYY>), <https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-europe-air-quality-reanalyses?tab=overview>

- 85 For SILAM

Finnish Meteorological Institute (FMI) (2020): CAMS European air quality forecasts, SILAM model data. Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) Atmosphere Data Store (ADS). (Accessed on <DD-MMM-YYYY>), <https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-europe-air-quality-reanalyses?tab=overview>

- 90 Binkowski, F. and Shankar, U.: The Regional Particulate Matter Model .1. Model description and preliminary results, J. Geophys. Res., 100, 26191–26209, 1995.
- Friese E, Ebel A. Temperature dependent thermodynamic model of the system H^{+} - NH_4^{+} - Na^{+} - SO_4^{2-} - NO_3^{-} - Cl^{-} - H_2O . J. Phys. Chem. A., Nov 4;114(43):11595-631. doi: 10.1021/jp101041j. PMID: 21504090, 2010.
- 95 Frohn, L. M.: A study of long-term high-resolution air pollution modelling, Ministry of the Environment, National Environmental Research Institute, Roskilde, Denmark, 444 pp., 2004.
- Gong, S. L., Barrie, L. A., Blanchet, J.-P., von Salzen, K., Lohmann, U., Lesins, G., et al.: Canadian aerosol module: A size-segregated simulation of atmospheric aerosol processes for climate and air quality models 1. Module development. J. Geophys. Res., 108(D1), 4007. <https://doi.org/10.1029/2001JD002002>, 2003.
- 100 Sofiev, M.: A model for the evaluation of long-term airborne pollution transport at regional and continental scales, Atmos. Environ., 34, 2481–2493, 2000.
- 105 Strand, A., and Hov, Ø.: A two-dimensional global study of tropo- spheric ozone production, J. Geophys. Res., 99, 22877–22895, 1994.