Appendix

Table A: Quantitative evaluation of the concentration of pXRF exploitable data using PyMca obtained for the pigments (a) and the bedrock (b). The quantification of the data starts from P, since the emitted X-rays of the elements lighter than P in air are attenuated due to absorption effects. Relative uncertainties are determined according to the analysis of standards each day before and after the set of measurements and are 10% approx.

Table B: Summary of the main constituents $(MnO_2, Fe_2O_3 \text{ and } BaO)$ in the black pigments obtained by semi-quantitative evaluation XRF analyses of 44 of the *Great Ceiling* representations. Mean values and standard deviations of several measurements for each drawing are listed in the table. Relative uncertainties are determined according to the analysis of standards each day before and after the set of measurements and are 10% approx. Table includes in italic the published data acquired by other investigators (Beck et al., 2012 and 2014).

Table C: Results of the superimposition study.

attenuated due to absorption effects. Relative uncertainties are determined according to the analysis of standards each day before and after the set of measurements and are 10% approx.

) +	ō`	·′0 +	- TO	ōʻ	-(°)	-(°)	- O +	0 0 + +) 0	Ö +
'n	0,00026 0,00028 0,00030 0,00029 0,00026	0,00029 0,00047 0,00034	0,00033 0,00028 0,00047 0,00033	0,00054 0,00034 0,00057 0,00029 0,00031	0,00028 0,00045 0,00032 0,00027 0,00039	0,00034 0,00033 0,00033 0,00033	0,00041 0,00038 0,00028 0,00043	0,00024 0,00029 0,00037 0,00031 0,00041 0,00032 0,00032	0,00036 0,00034 0,00036 0,00031 0,00028 0,00027	0,00047 0,00044 0,00037 0,00037 0,00035 0,00031 0,00033 0,00038	0,00047 0,00039 0,00042 0,00038 0,00036 0,00038
ь	± 0,00003	± 0,00004	± 0,00002	± 0,00001	± 0,00002	€ 0,00009	± 0,00005	± 0,00003	± 0,00001	± 0,00002	± 0,00003
SP.	0,00012 0,00015 0,00019 0,00015 0,00014	0,00010 0,00020 0,00018 0,00017	0,00017 0,00016 0,00013 0,00018	0,00017 0,00018 0,00017 0,00018 0,00015	0,00015 0,00016 0,00015 0,00011	0,00013	0,00021 0,00022 0,00012 0,00021	0,00015 0,00014 0,00018 0,00014 0,00014 0,00014	0,00013 0,00012 0,00014 0,00017 0,00018 0,00018	0,00020 0,00019 0,00019 0,00017 0,00017 0,00017 0,00018 0,00018	0,00022 0,00021 0,00023 0,00016 0,00022 0,00016
ь	± 0,00002	+ 0,00006	± 0,00005		0,00015 - 0,00012 ± 0,00007 0,00013	± 0,00010		± 0,00005		'	± 0,00007
호	0,00016 0,00012 0,00012 0,00012 0,00011	0,00010	0,00011		0,00015	0,00018	0,00015	0,00012			0,00014
ь	± 0,00005	± 0,00005	± 0,00003	± 0,00017	± 0,00016	± 0,00008	± 0,00003	± 0,00007	± 0,00003	± 0,00034	± 0,00005
As	0,00025 0,00020 0,00028 0,00033 0,00023	0,00017 0,00029 0,00023 0,00020	0,00016 0,00013 0,00016 0,00022	0,00049 0,00032 0,00069 0,00028 0,00030	0,00025 0,00062 0,00030 0,00022 0,00029	0,00043 0,00023 0,00027 0,00023	0,00024 0,00018 0,00018 0,00024	0,00023 0,00044 0,00024 0,00033 0,00032 0,00032 0,00029	0,00027 0,00022 0,00020 0,00024 0,00026 0,00025	0,00022 0,00023 0,00030 0,00019 0,00020 0,00061 0,00073 0,00059 0,00053	0,00026 0,00018 0,00027 0,00017 0,00026 0,00018
ь	± 0,00010	± 0,00016	± 0,00008	± 0,00005	₹ 0,00005	± 0,00005	± 0,00003	± 0,00007	± 0,00011 ± 0,00005	± 0,00005	± 0,00005
Zu	0,00032 0,00037 0,00043 0,00055 0,00032	0,00028 0,00067 0,00055 0,00044	0,00029 0,00032 0,00033 0,00041	0,00033 0,00032 0,00042 0,00030 0,00028	0,00035 0,00042 0,00030 0,00032	0,00033 0,00035 0,00037 0,00025	0,00034 0,00028 0,00028 0,00030	0,00022 0,00040 0,00029 0,00031 0,00024 0,00024 0,00029	0,00038 0,00023 0,00035 0,00028 0,00023 0,00032	0,00031 0,00026 0,00027 0,00028 0,00034 0,00028 0,00038 0,00038	0,00036 0,00035 0,00023 0,00030 0,00027 0,00027
ь	± 0,00059	± 0,00013	± 0,00016	± 0,00030	± 0,00044	± 0,00061	± 0,00074	± 0,00056	± 0,00062 ± 0,00026	± 0,00041	± 0,00029
3	0,00085 0,00167 0,00211 0,00096 0,00078	0,00086 0,00075 0,00104 0,00079	0,00110 0,00086 0,00080 0,00082		0,00164 0,00198 0,00190 0,00279 0,00232	0,00219 0,00172 0,00315 0,00228	0,00270 0,00212 0,00141 0,00104	0,00192 0,00291 0,00194 0,00207 0,00178 0,00148 0,00154	0,00340 0,00252 0,00200 0,00129 0,00172 0,00172	0,00112 0,00087 0,00105 0,00101 0,00085 0,00190 0,00161 0,00062 0,00062	0,00118 0,00133 0,00087 0,00063 0,00076 0,00094
ь	± 0,00069	+ 0,00086	± 0,00014	± 0,00067	± 0,00051	± 0,00170	± 0,00123	± 0,00160	± 0,00017 ± 0,00041	± 0,00151	± 0,00208
ž	0,00016 0,00093 0,00178 0,00029 0,00020	0,00196 0,00358 0,00193 0,00170	0,00034 0,00013 0,00034 0,00036		0,00169 0,00120 0,00178 0,00161		0,00145 0,00116 0,00032 0,00324	0,00094 0,00272 0,00596 0,00133 0,00249 0,00341 0,00154	0,00165 0,00141 0,00192 0,00092 0,00174 0,00141	0,00429 0,00440 0,00150 0,00076 0,000331 0,00081 0,00087 0,00087	0,00058 0,00082 0,00099 0,00534 0,00048 0,00028
ь	± 0,05728	± 0,03101	+ 0,01594	0,10160 0,08390 0,12510 ± 0,01574 0,09223 0,09356	0,06702 0,15080 0,10340 ± 0,03167 0,08391	± 0,01164	± 0,02438	± 0,01909	0,06650 ± 0,00991 0,09540 0,09640 0,07601 ± 0,00942 0,09965	0,05930	± 0,02238
Fe	0,04908 0,03876 0,06997 0,17490 0,04130	0,06943 0,13680 0,11490 0,08062	0,06268 0,05550 0,06320 ± 0,01594 0,08585	0,10160 0,08390 0,12510 0,09223 0,09356	0,06702 0,15080 0,10340 0,08391	0,05086 0,07007 0,06691 ± 0,04814	0,12010 0,10150 0,06747 0,07451	0,07420 0,10000 0,09351 0,06760 0,11990 0,07114 0,08829	0,06650 0,05249 0,09640 0,08475 0,07601 0,09965	0,09943 0,08384 0,06846 0,06829 0,20200 0,12620 0,13870 0,22780	0,12560 0,11470 0,10380 0,06629 0,10570 0,09069
ь	96680′0 ∓	± 0,05375	± 0,15944	± 0,07801	1 0,12586	± 0,03482	± 0,04144	± 0,05368	0,09499 ± 0,05361 0,17080 0,22600 0,24730 0,26290 ± 0,06457 0,13770 0,12300	± 0,06652	± 0,09697
ž	0,09276 0,11620 3 0,22900 ± 0,31460 0,16470	0,17000 0,29980 0,24590 0,22380	0,13960 0,11190 0,14400 ± 0,48760 0,13310		0,11840 0,44570 1 0,26490 ± 0,22700 0,36260		0,18970 0,15510 0,09704 0,11530	0,13740 0,29720 0,25660 0,17330 0,22920 0,24600 0,21080 0,28040			0,40440 0,32710 0,23800 ± 0,17990 0,18520 0,16440 0,14650
ь	± 0,00118	± 0,00526	+ 0,00367	0,01134 0,00712 0,00941 ± 0,00181 0,01152 0,00910	± 0,00374	± 0,00143	± 0,00435	± 0,00293	0,00482 ± 0,00134 0,00672 ± 0,00134 0,01371 0,01378 0,00884 ± 0,00294 0,01460 0,00856	± 0,00229	+ 0,00589
F	0,00394 0,00282 1 0,00596 ± 0,00467 0,00365	0,00846 0,01579 0,02021 0,01072	0,00714 0,00673 2 0,00945 ± 0,01469		0,00556 0,01589 8 0,00895 ± 0,00864 0,00715		0,01512 0,01586 0,00905 0,00715	0,00777 0,01020 0,01183 0,011640 0,00874 0,00698 0,01012			0,012280 0,01935 3 0,01382 ± 0,00734 0,01430 0,01207
ь	± 0,10311	± 0,02620	± 0,17812	± 0,08573	± 0,16788	± 0,08494	0,07286 0,14160 0,33010 0,34670	± 0,04048	0,42680 ± 0,14057 0,22800 ± 0,14057 0,25100 0,20850 0,12870 ± 0,05535 0,17360 0,26260	± 0,09535	± 0,09313
రి	0,41190 0,55350 0,39500 ± 0,26450 0,37910	0,20940 0,22140 0,18540 0,24840	0,39940 0,50310 0,40600 ± 0,05561	0,02493 0,23320 0,02193 ± 0,08632 0,09647	0,49350 0,02437 0,28510 ± 0,32180 0,27380	0,57940 0,46540 0,49100 ± 0,55800 0,35490	0,07286 0,14160 0,33010 0,34670	0,15370 0,16510 0,10990 0,13030 0,16420 0,12360 0,07853 0,05330	0,42680 0,22800 0,25100 0,20850 0,12870 0,17360 0,26260	0,21950 0,30630 0,23690 0,34750 0,12730 0,26440 0,20310 0,18760	0,03677 0,07493 0,13590 ± 0,28110 0,14440 0,22800 0,30060

Ľ	00000	-			ľ				ľ	-	1		ľ					0.0000	F	0.000	l
0,0	0,37320	0,00609		0,11210	٥	0,07821	0,00152	152	000	0,00155	0,0	0,00024		0,00024		0,00013		0,00016		0,000042	
0	0,33280 ± 0,06073		± 0,00196			0,05620 ± 0,02428	_	188 ± 0,00069		0,00201 ± 0,00041			+ 0,00001	0,000023 ±	0,00002		₹ 0,00003	0,00013 ±	€ 0,00003	0,00040	+1
0 0	0,46440	0,00418		0,11550	ی د	0,06342	0,00193	193	o'o	0,00262	0,0	0,00023		0,00020		0,00019	-	0,00016		0,00038	
10	0,33570	0,00456		0,08355	J	0,05830	0,00103	103	00'0	0,00049	0'0	0,00022	-	0,00019		0,00014		0,00018		0,00042	
0,0	0,56270			0,11770	_	0,05939						0,00031			0000			0,00017	0000	0,00038	
) C	0,33940 ± 0,14601		I 0,00221	0,09031 ± 0,0 0	_	0,05775 ± 0,01504	0.00073	136 ± 0,00034		0,000109 ± 0,000041		0,00037		0,00020	H 0,00004			0,00010	0,00012 ± 0,00002	0,000050	- H
0,	0,31020	0,00967		0,20020	0	0,09250	0,00068	998	0,0	0,00046	0,0	0,00035		0,00027				0,00020		0,00063	
0)	0,20190	0,00814		0,32960	٥	0,10990	0/000/0	020	00'0	0,00091	0,0	0,00037	-	0,00036		0,00011		0,00023		0,00045	
0 0	0,16840		00000	0,23330	_	0,11290					_	0,00036			00000			0,00022	0000	0,00034	
o) o	0,19550 ± 0,02293		± 0,00278	0,27310 ± 0,07276	_	0,107/0 ± 0,00/6/		125 ± 0,00050		0,00099 ± 0,00023	_		10,00005		± 0,00004			0,00019 ± 0,00004	± 0,00004	0,00044	+1
o) o	0,15120	0,00827		0,18070	ی ر	0,10990	0,001/9	6/1	0,0	0,00057	0,0	0,00040		0,00028				0,00028		0,00043	
0	0,18580	0,01335		0,32360	0	0,12810	0,00347	347	000	0,00026	0,0	0,00055		0,00037				0,00021		0,00047	
0	0,27530	0,00503		0,17720	9	0,07440	0,00355	355	0,0	0,00020	0,0	0,00040		0,00022				0,00018		0,00037	
3,00021 0,	$0,20900 \pm 0,04481$		0,00804 ± 0,00299	0,23070 ± 0,05991		0,08899 ± 0,02930	2930 0,00159	159 ± 0,00104		0,00038 ± 0,00008		0,000040 ± 0	0,00013	0,00028 ±	0,00006			0,00013	± 0,00004	0,00036	+1
0	0,18970	0,00831		0,24710	ں	0,14440	0,00156	156	00'0	0,00040	0'0	0,00000	_	0,00036				0,00025		0,00038	
0	0,27480	0,00838		0,17970	J	0,12550	0,00169	691	00'0	0,00032	0'0	0,00055	1	0,00028				0,00020		0,00030	
0,0	0,26030	0,00599		0,21570	<u> </u>	0,12100	0,00358	358	0,0	0,00054	0,0	0,00033	-1,	0,00036		0,00014		0,00022		0,00034	
, O	0,20080	0,01563		0,29970		0,15/90		223		0,00118		0,00038		0,00042	100000	- 10000	4 00000	0,00019	00000	0,00035	1
3 0	0,20680 ± 0,00125 0,00464	10010,0 02				U,1493U I U,UZOLS						0034 H		1,000,0	coopor'o		0,000,0	0,00018	200000 E	0,0000	-
o, c	0,29470	0,00333		0,12820	- 0	0,08612	0,00104	5 5	oʻoʻ	0,00044	0,0	0,00034		0,00034		0,00011		0,00018		0,00029	
) 0	0,000,0	0.01004		0.25500		0,12410	0.00322	196	000	0,00036	00	0,00038	Ť	0,00041				0,00013		0,00030	1
o C	0.05914	0.01430		0.41670	, C	0.15030	0.00136	2 92	000	0.00167	00	0.00059		0.00059				0.00021		0.00040	
Ö	0.10600 ± 0.05230	_	+ 0.00176		_	0.11670 ± 0.02453		986 ± 0.00039		0.00130 ± 0.00049		0.00045 ± 0.00012			+ 0.00013			0.00019	0.00019 ± 0.00003	0.00030	+1
0	0,10040	_				0,08948						0,00031						0,00019		0,00032	
0	0,09728	0,01028		0,18540	J	0,09357	0,00137	137	00'0	0,00127	0,0	0,00000	_	0,00025				0,00014		0,00025	
0,	0,15920	0,00607		0,25370	J	0,10870	0,00120	120	00'0	0,00020	0'0	0,00046	-	0,00034				0,00018		0,00036	
0	0,23320			0,19040		0,09870						0,00037								0,00031	
0	0,17760 ± 0,04304		0,00172	0,29690 ± 0,06480		0,11890 ± 0,00865		103 ± 0,00046		0,00020 ± 0,00004		+1	0,00008	0,00042 ±	0,00005				± 0,00001	0,00036	+
0 0	0,26620	0,00491		0,14990	ا ر	0,09767	0,00186	186	000	0,00030	0,0	0,00036	-1,	0,00031				0,00018		0,00028	
2 0	0,15030	0,00949		0,29350		0,10800	0,000	191	n'o	0,00024	00	0,0000		0,0000				0,000010		0,0000	
) C	0,18020	0,007,08		0,27,540	0	0.07962	0,00030	730	0,0	0,000.03	2, 0	0,00029		0,00034				0,00018		0,00032	
Ö	0,23550	0,00762		0,21900	. 0	0,11830	0,00131	131	000	0,00145	000	0,00037		0,00038				0,00022		0,00032	
0	0,21410	0,00823		0,33050	9	0,09119	0,00045	745	0,0	0,00101	0,0	0,00037		0,00034				0,00017		0,00044	
0	0,26630	0,00842		0,21740	٥	0,10780	0,00068	998	00'0	0,00102	0'0	0,00055	_	0,00000				0,00018		0,00039	
O,	0,17940 ± 0,05680	_	± 0,00500	+1	0,08460 0	0,08360 ± 0,02235		330 ± 0,00033		0,00073 ± 0,00046		+1	0,00000	0,0000,0	0,00005				± 0,00010	0,00036	-
0	0,11490	0,00524		0,26720	٦	0,07435	0,00022	222	00'0	0,00114	0'0	0,00027		0,00032						0,00040	
o) o	0,31860	0,00341		0,09672	- 0	0,03887	0,00010	010	000	0,00054	0,0	0,00023	-1,	0,00021						0,00025	
0	0,19750	0,01707		0,31710	'ا	0,11840	0,00051	321	000	66000'0	0,0	0,00039	- 1	0,00042						0,00043	
0 0	0,20880	0,00766		0,43990	٥	0,09534	0,00031	031	0,0	0,00172	0,0	0,00046	- 1	0,00037						0,00044	
) [c	0,00789	0,02010		030000		0,0047.9	0,00033	33	000	0,00021	o'o'	0,00032	Ť	0,00031				0.00017		0,000027	1
) C	0.20450	0.00479		0.23320	2 ح	0,04201	0.00009	500	000	0,00031	000	0,00023		0,00013				0.00015		0.00025	
ď	0.20190 ± 0.11456		+ 0.00501	0.19500 ± 0.04979		0.03575 ± 0.03685		7100017		0.00015 ± 0.00014		0.00023 ± 0.00005			+ 0.00004				+ 0.00005	0.00022	+
ic	0.30590			0.18390		0.02483						0.00024						0.00014		0.0000	
0	0,03793	0,01677		0,24520	0	0,11370	0,00048	748	0,0	0,00052	00	0,00034		0,00016				0,00025		0,00031	
0,	0,34700	0,00226		0,08720	J	0,02648	0,00007	202	00'0	0,00014	0'0	0,00021	-	0,00016						0,00019	
o,	0,31380	0,00188		0,01255	J	0,01991	0,00016	916	000	0,00013	00	0,00018	_	0,00018						0,00018	
O,	0,43360	0,00301		0,02718	_	0,03286					\perp	0,00031		0,00019						0,00017	
O,	0,28370 ± 0,13783	0,00441	± 0,00427	+1	0,14220 0	0,03901 ± 0,02122	_	312 ± 0,00057		0,00017 ± 0,00002		+1	0,00015	0,00015 ±	0,00005					0,00021	+1
O,	0,26220	0,00812		0,13490	ی	909500	0,00033	333	0,0	0,00017	0'0	0,00025	_	0,00029						0,00021	
O,	0,07801	0,01338		0,36190	ی	0,08034	0,00171	171	0,0	0,00019	0,0	0,00063	_	0,00016						0,00038	
0,	0,06015	0,00878		0,33480	C	0,05823	0,00028	228	0,00	0,00016	0'0	0,00031	_	0,00018						0,00032	
0	0,10730	0,00581		0,20690	J	66050'0	0,00016	016	00'0	0,00014	0'0	0,00029	_	0,00014						0,00026	
0	0,06149 + 0.0286	0,01056	+ 000343	0,36390		66090'		331 + 0.0007		0,00020 + 0,00015		0,0000,0	,		+ 00000					0,00035	-
0	0,07988	0,01143	!	0,27160		0,05259	٠,													0,00027	
ďΙ	0,12600	0,01402		0,34060	- 1	0,07155	0,00033	333	o'o	0,00013	0,0	0,00035	- (`	800000						0,00031	1
o` c	0,51010	0,01185				0,06894		,00165		0,00015		0,00045	_							0,00024	
3 0	0,646/U ± 0,1/030 0,00855 ± 0,001/9	30 0,000		0,12640 ± 0,03418		0,05761 ± 0,0	0,00033			0,00029 ± 0,000		0000	1100011 =	1,00002	0,00004					0,00025	+1
ďΟ	0.70380	0.00104		98650.0	. 0	0.01126	0.00006	306	000	0,00035	0.0	0.00025	Ť	0.00004	l			١.		0.00014	t
0	0,32890	0,00477		0,10830	0	0,05235	0,00025	325	0,0	0,00075	0,0	0,00026		0,00020						0,00023	
0	0,23120	0,00683		0,25060	J	0,08422	0,00049	349	00'0	0,00070	0,0	0,00033		98000'0						0,00034	
O,	0,42490	0,00293		0,07510	J	0,01960	0,00012	212	00'0	0,00051	0'0	10022	Ĺ	0,00018						0,00020	

0,00559	0.00162		007070	0,07826	+ 0.01876	0,00094	0.00032		000030		+ 000007		+ 000003				
0,00440	7070	0,07860	ct.	0,03542		0,00026		0,00120		0,00031	,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	0,00025	-				
						-						10000					
0,00658 ±	0,00255	0,36500 ±	0,13114	0,03561	± 0,01813			8/00000	+ 0,00008	0,00025	± 0,00006	0,00017					'
0,00709	0,000,00		0.0000		1			0,00016	000	i i	0000						
-1	0,000,0										010000						
				96900'0				0,00042									
0,00850	± 0,00407		0,21404		± 0,03941	0,00029 ±	0,00015	0,00164 ±	0,00062		± 0,00003		± 0,00016				1
		0,33150		0,05800		0,00021		0,00085		0,00026		0,00022					
0.00112		0,001321		0,02178		0.00022		0,00030		0,00024		0.00025					
	0,00263 ± 0,00245		0,06133		± 0,01779	0,00029 ±	0,00021		± 0,00034		± 0,00003		± 0,00010				
		0,10860		0,03790		0,00030		0600000		0,00022		0,00021					
		0,12530		0,08714		0,00042		0,00102		0,00037		0,00027					
0,00487		0,14280		0,10300		0,00123		0,00211		0,00029		0,00038					
		0,20440		0,12170		0,00296		0,00164		0,00033		0,00027					
0,00809		0,18550		0,11450		0,00263		0,00187		0,00033		0,00028					
	0.00863 ± 0.00241		0.06829		+ 0.02231	0.00144 ±	0.00244		+ 0.00049		+ 0,00006		+ 0.00004				
77,000,0																	
0.01119		031330		0.12840		0,00143		0,000178		0,00046		0,00023					
		0,1100		0,01000		0,000		0,00247		000000		2,000,0					
0,00815		0,10,410		0,07011		680000		0,00138		950000		0,00024				- 0000	
0,00027		0.16960		0.05710		0.00074		0,00100		0,00026		0,00027				0,00020	
0.00527		0.10000		0.06115		0,000,0		100000		0,00021		0,000				0,0000	
0,00354		0,02221															
0.00410	± 0,00142	0.07181	+ 0,05635		± 0,01757	0.00092	0,00029		0800000 ∓		+ 0,00005		± 0,000006			+1	0,000
0,00458		0,07978		0,04801		0,00043		0,00185		0,00024		0,00034					
0,00133		0,02036		0,02058		0,00027		0,00094		0,00022		0,00019					
0,00702		0,18080		0,08612		0,00029		0,00256		0,00029		0,00028				0,00015	
0,01030																0,00014	
_	0,00580 ± 0,00263		0,12520		+ 0,02812	0,00025 ±	0,00012		+ 0,00055		± 0,00011		+ 0,00011	+1	2000000	+1	0,000
0,00309		0,22050		0,03274		0,00013		0,00144		0,00016		0,00032		0,00015			
0.00403		0.16610		0.05948		0.00771		0.00088		0.00030		0,00018				ļ.	
0,01240		0,25900		0,08485		0,00432		0,00092		0,00035		0,00020					
	0,00956 ± 0,00344	0,19190 ±	0,07300	0,09762	± 0,01828	± 68000'0	0,00304	0,00197	± 0,00049	0,00033	± 0,00003	0,00035	± 0,00007				'
0,00643		0,06647		0,07165		0,00018		0,00080		0,00030		0,00022					
0,0000				0,05200		0,000		0,000		0,00029	ļ						
0,01540	± 0,00209	0.25420	0,00665	0.08262	± 0,02382	0.00436	0,00238	0.00347	₹ 0,00088	0,00044	± 0,00007	0,00023	± 0,00002	000015	0,00011	0.00013	0,000
0,00813		0,12910		0,06056		0,00535		0,00111		0,00020		0,00021		0,00011		0,00015	L
10	0,01026 ± 0,00263	0,13990 ± 0,00730	0,00730		± 0,00717	0,00384 ±	0,00248		± 0,00034		± 0,00003		± 0,00002		± 0,00008	0,00016 ±	0,000
0,00503		0,12600		0,06442		0,00051		0,00174		0,00025		0,00024				0,00016	
0,00546		0,08761		0,05234		0,00325		0,00095		0,00021		0,00015		0,00016		0,00015	
0,00784		0,10820		0,06440		0,00232		0,00103		0,00025		0,00019		0,00014		0,00012	
0,01504		0,13210		0,11750		0,00042		0,00110		0,00031		0,00021		0,00011		0,00019	
ın	0,01276 ± 0,00409	0,27370 ± 0,07216	0,07216		± 0,03265	0.00125 ±	0,00100	0.00205	± 0,00040		0,0000€	0.00046	± 0,00013		± 0,00007	0,00018 ±	0,000
0,00786		0,18960		0,09226		69000'0						0,00042		0,00012		0,00017	
0.00563		0.09937		0.05445		0.00228		0.00092		0.00019		0.00015					
0.00390		0.06572		0.04299		0.00145		76000.0		0.00018		0.00014					
0.00357		2,000,0		0.04661		0,000,0		0,000,0		0.00027	l	0,00025		0.00017			
0.00000		0.22500		0.07568		0,00010		0,000,0		0,00027		0,00023		0,00017		0.00015	
		0.04264		0,04409		0.00011		0,000,0		0,000,0		0,00023		10000		0,00016	
		0.27210												0.00015		0,00010	
	0.01222 ± 0,00299	0.39110 ± 0,12105	0,12105		± 0,02383		± 0,00335		+ 0,00052		0,0000€		± 0,00008		± 0,00007	+ 010000	0,000
1		0 0000												210000			

Kr σ	0		0						•	0			0	0			0.00012	0,00013 ± 0,00001	0,00011 ± 0,00001	CTO.		,					C	014 0	0																0		0,00013	<u> </u>
۷ ۵	± 0,00003			10003	0000	00000	200		0,00014			10001		0,00007		0,00000		0,00002	0,000005	90,0	ľ	0000		10004	9000			0,000											1				0,00003	1,		0,00004		-
As	0,00016 ± 0,0		.00013	00017 ± 0,00003	00015 ± 0,00000	+	,00017	92000	+1	000019	,00021	,00015 ± 0,00001	00013	0,00013 ± 0,0	CTO .	0,00016 ± 0,0		,00015 ± 0,0	0,00025 ± 0,0	010		0,00017 ± 0,00000	0,00021	,00015 ± 0,0	0,00014 ± 0,00006	0,00015 ± 0,00003	020	0,00027 ± 0,00009	042								00018		,00016			.00015		00020	011	0,00016 ± 0,0	0,00027 ± 0,00002	0,00030
φ b	00'0		00'0	00'0	00'0	00'0	00'0	0.00	,	00'0	- 0000	, 00	00'0	00'00	9,	00'00	0.0	00'0	00'0	900		00'00	0,0	00'0	0,00	00'0	000	00'0	0,00042	1						0,00011	0,00		00'0	Ľ		. 00'0	00'0	00'0	00'0	- 000	0000	300
								ŀ																												+1	110											_
σ Ga	. 200	. 500	900		. 200		110		900			005	ľ	004		. 004	1	. 003	. 100		. 800	900				. 700	-	. 002	015		. 580	900	- FIN		0,00021	012 -	0,0001			l'			. 004					-
	30 ± 0,00002	35 ± 0,00005	38 ± 0,00006	35 ± 0,00007	200000 ± 62	36 + 0,00011	20 - 0,00		900000 = 62	50	- 24	24 ± 0,00002	32	23 ± 0,00004	0 0	28 ± 0,00004	28 24	33 ± 0,00003	31 ± 0,00001	62	t0 ± 0,00000	27 ± 0,00006		34 ± 0,00002	36 ± 0,00004	24 ± 0,00002	92	23 ± 0,00002	30 ± 0,00015	0,00033 ± 0,00027	45 ± 0,00035	20 + 000000	33 ± 0,00	77	32	33 ± 0,00012	81	20	0,00034	23	31	0,00022 ± 0,00001	0,00021 ± 0,00004	/7	27	31 ± 0,00003	0,00035 ± 0,00007	0,00045
	0,00030	0,00035	0			_		0,00037		0,000	0,00024			0,00023	0,00030	0,00028)	0,00031		0,00040	0,00027			0,00036	0,00024		0,00023	0,00080		0,00045	_		0,00102		000033	0,00018	0,00050			0000					0,00031		
σ	1 1 ± 0,00000	700000 ± 0	2 ± 0,00015	9 ± 0,00003	4 ± 0,00003	0 + 0 0000	7 ± 0,000		2 ± 0,00021	80 1		0,00043 ± 0,00008	4	3 ± 0,00011	2 0	1 ± 0,00036	9	2 ± 0,00004	2 ± 0,00033		5 ± 0,00007	2 ± 0,00005	1 0	annonna ± 6	7 ± 0,00004	3 ± 0,00014	1 2	0,00000	9 ± 0,000005	± 0,00011		5 + 000010		7 0		1 ± 0,00006	4 4	2 -	3 + 0.00013	150		8 ± 0,00013	7 ± 0,00014	. 80	9	4 ± 0,00014 2	1,00050 ± 0,00032	0,00094
3	0,00031	0,00020	0,00042	0	0,00074	0,00080	7,00007	0,00041	, 0	0,0005			0,00044	10 0,00033	0,00042	0,00091	0,00040	0,00042	0,00052	-1-		0,00047	, 0	-	26 0,00042	0,00033		28 0,00030	0,00083	0,00031	69000	0,00045	0,00020	0,00032	0,00014	0,00021	0,00024	0,00022	0,00040	0,00015	0,0001	0,00048	0,00057	0,00037	0,00026	0,0004	0,00050	0 0
g				± 0,00013					± 0,00011		1	± 0,00005		± 0,00010					± 0,00003		± 0,000002	± 0,00007		± 0,000	± 0,00026	± 0,00000		± 0,00028		ŀ								ŀ			1					± 0,00012		
ž	0,00012	0,00029	0,00012	0,00019	0,00037	ŀ	0,00016	710000	-	0,00020	0,00016	0,00012	0,00014	- 0000	0,00014	0,00092		0,00051	0,00011	0,00012	0,00010	0,00014	0,00042	0,00052	0,00025	0,00010	0,00011	0600000			- 0000	_								ŀ			0,00013		ŀ	0,00022	-	- 0000
а																														± 0,00030		00000	100000 H			0,00039 ± 0,00013		١,					± 0,00011					
CO						ŀ																							0,00052	7,000,0		0,00102	0,00092	0,00023			0,00045	96000'0			0,00053	0,00044	0,00019	0,00035				
О	± 0,01865	± 0,00564	± 0,00768	± 0,00112	± 0,00383	070100	ολοτοίο	ļ	± 0,02320		\downarrow	± 0,00649		± 0,01474		± 0,00125	ļ	± 0,01330	± 0,02511		0,00909	± 0,03534		± 0,00284	± 0,01831	± 0,01950		± 0,01055	± 0,03013	0,00875 ± 0,00578	± 0,01616	100000	i o'oooss			0,00658 ± 0,00182			+ 0.00006			± 0,00008	± 0,00768			± 0,06311	± 0,01950	
Fe	0,04186	0,02038				0,03498	0,01985	0.05494		0,06081	0,04368	0,02335	9/150/0	0,03666	0,02278	0,03673			0,06753	0.04192	0,02907	0,03717			0,07446	958000	0.05014	0,04527	0,08936	0,00875	0,03285	0,00700,0		0,04291	0,00179	0,00658	0,00296	0,00267	0,00308		0,00156	0,00210		0,00620	0,01138	0,03275	0,05480	0,02722
Q	± 0,00070	± 0,00177	± 0,00014	± 0,01392	± 0,00176	0.00305	-		0,00078		-	± 0,00235		± 0,00185		± 0,01076	+	± 0,00301	± 0,00009		± 0,00015	± 0,00505		-	± 0,00053	± 0,00001	_	± 0,00238	± 0,00116	± 0,00115	± 0,00288	4	-		_	_		,	090000+	-		± 0,00058	± 0,00148			± 0,00270	± 0,00078	
ω	0,00097	0,00444	0,00113 ±	0,00264		5,00933	00502	0,00109	+1	96200	,00375	0,000433	00004	0,00217	,00362	0,01931			0,00485	000055	0,00077	0,00300	0,01434	,00692 [±]	0,00731	0,00409	01243	0,01580	0,00296	0,00489	0,00270	750100		5175000	0,00076	0,00063 ± 0,00075	,000,1	90200	0,00219	00100	00104	0,000128	,00290 ±	00114	72000,0	0,00392 ±	0,00331	0,00221
Q	0 0	,	0,00009	⊕ 0,00000 ±	,	0	0		0,00013	0	0 0	,		600000)						0	± 0,00003	-					,	0	,		_	_	0	0	0 0	0	0	,		,	0	0,000024 0	,	2 0
ŏ		.00018		0,00018	0.00012	0,00011	. 000	0,00010	+1	0,00012	0,00014	- 1	0,00021	0,00015	- 1000	0,00015 ± 0,00000	00018	0,00016 ± 0,00001	0,00019 ± 0,00000	00023	0,00018 ± 0,00004	0,00015 ± 0,00012	0,00019		0,00023		00011	0,00013 ± 0,00005	0,00023 ± 0,00024		- 000	-		0,00014		0,00015 ± 0,00007	,00013	9,000,0			0,00024	0,00028		00025	00011	0,00018 ± 0,00024 0	0,00022	- 00000
σ	70000		000001	0 80000	,	0,00000	+00000	o 0	610000'0	ō ō	0 0	,00003	ó	0,00008	5	0 0			0 0	o o	0	0 0	ő		0 800000	20000'			0 0		,	5		oʻ		0,000007	ें ठ	· 0	0.00011		ó ·	oʻ		- 0	ó	0,000028 0,0	o o	Ì
>	0,00013 ± 0,00002		0,00018 ± 0,00003	0,00011 ± 0,00008	0,00013		0,00012	0,00012	+1	0,00031	00023	0,00014 ± 0,00003	00000	0,00011 ± 0		+ 10000	10022	0,00015 ± 0,00005	0,00023	0.00023		- 00000	0,00023		0,00031 ± 0,00008	0,00018 ± 0,00002	10028	0,00018 ± 0,00007	0,00045					- 0000		+	0,00011		0,00019	00011	11000	0.00030	0,00022	0031	0,00014	0,00017 ± 0	0,00032	20000
Q	± 0,00039 0,0	± 0,00007	± 0,00057 ±	± 0,00160 0,0	± 0,00035 ±	0,0		,	0,00114	0,0		± 0,00073 ± 0,0	0,0	0,000060	5	± 0,00017		± 0,000003 ±	± 0,00116		± 0,00031	19100'0 ∓	0,0		± 0,00082 0,0	± 0,00028			± 0,00196 0,0	0,00083	0,0000,0	100000	TODOO	,		,00024	0,0		+ 0.00014 0.0	0,0) '0	± 0,00013		- 0.0		+ 0,00195 0,0		0
F	0,000130 ± 0,	0,00167 ± 0,	0,00303 ± 0,	0,00339 ± 0,0	0,00182 ± 0,		0,00086	0,00209	+1	0282	0,00267	0,00188	,00287	0,00215 ± 0,	00193	0,00275 ± 0,	000224		0,00296 ± 0,	9178	0,00135 ± 0,	0,00185 ± 0,	0,00610	0,00162 ± 0,	0,00257 ± 0,	0,00095 ± 0,0	9217	0,00211 ± 0,00004	0,00438 ± 0,	0,00058 0,			0,00024	675000	0,00028	0,00090 ± 0,00024	00041	00053	0,00023	66000	8500	0,00034 ± 0,	0,00084 ± 0,00007	3244	69000'0	0,00186 ± 0,	0,00179 ± 0,00065	0,00271
υ ο	0,06039 0,00	± 0,01754 0,00	± 0,13852 0,00	± 0,11568 0,00	± 0,06527 0,00	0,00 0,000		000	0,12329 0,00	000		± 0,07580 0,000	000	± 0,04332	00	0,03939 ±)	± 0,04476 0,00	± 0,14552 0,00		± 0,22528 ± 0,00	± 0,10677 0,00								0,07495 0,00	1,03308	0,00		000		0,10226 0,00	00	000 -	0.09443		000	0,25046 0,00	+ 0,22274 0,00	000		0,18654 0,00	1,71968	
	± 0,0	0'0 ∓	1,0 ±	± 0,1	0,0 ±	0.0	9	-	± 0,1			00 #		00 +		000 #		0°0 ∓	± 0,1		± 0,2	± 0,1	3	± 0,02333	± 0,05551	+ 0,00134	1	+ 0,00290	± 0,53104	0′0	1,0		o'Y			+ 0,1			+ 0.0	ŀ		± 0,2	± 0,2		L.	+ 0,1	± 1,7	1

Table B. Summary of the main constituents (MnO_2 , $Fe2O_3$ and BaO) in the black pigments obtained by semi-quantitative evaluation XRF analyses of 44 of the Great Ceiling representations. Mean values and standard deviations of several measurements for each drawing are listed in the table. Relative uncertainties are determined according to the analysis of standards each day before and after the set of measurements and are 10% approx. Table includes in italic the published data acquired by other investigators (Beck et al., 2012 and 2014).

Reference of	Number	MnO_2	σ	Fe ₂ O ₃	σ	BaO %	σ	Campaign instigator
the figures (1)	of	% oxide		% oxide		oxide		
	analysis	average		average		average		
Mammoth 66	4	63.25	±5.25	30.50	±6.86	6.25	±1.50	Beck et al 2012. 2014
Rhinoceros 67	4	69.69	±5.47	22.61	±5.59	7.70	±0.36	LAMS 2015
Bison 68	4	68.06	±2.06	26.76	±2.35	5.18	±0.45	LAMS 2015
Mammoth 71	5	60.00	±4.43	20.57	±6.03	19.43	±1.76	LAMS 2015

Bison 73	5	68.93	±2.11	21.78	±2.57	9.29	±0.92	LAMS 2015
Horse 75	3 (muzzle)	69.36	±5.23	27.56	±5.36	3.08	±0.20	LAMS 2015, 2016
110130 70	5 (ear)	69.41	±5.65	23.55	±5.74	7.04	±1.28	,
	3 (chamfer)	61.67	±4.91	25.99	±4.38	12.34	±2.51	
Bison 76	3	60.58	±4.13	37.08	±4.58	2.34	±0.52	LAMS 2015
Mammoth 77	4	58.78	±1.09	35.99	±0.81	5.23	±0.46	LAMS 2015
Ibex 78	5	68.25	±4.37	27.15	±4.15	4.60	±1.02	LAMS 2015
Ibex 79	4	72.47	±0.13	20.64	±0.71	6.89	±0.58	LAMS 2015
Mammoth 80	5	65.29	±7.96	29.35	±8.72	5.37	±0.83	LAMS 2015
Mammoth 81	4	60.97	±1.66	32.99	±1.54	6.04	±0.68	LAMS 2015
Horse 84	4	59.11	±3.16	22.78	±4.93	18.12	±1.79	LAMS 2015
Horse 85	4	56.78	±1.76	27.00	±1.84	16.22	±0.70	LAMS 2015
Mammoth 86	4	55.14	±2.93	36.69	±3.85	8.17	±1.20	LAMS 2015
Horse 87	4	65.43	±6.06	28.25	±6.69	6.32	±0.76	LAMS 2015
Horse 88	4	64.76	±7.84	30.10	±7.95	5.14	±0.18	LAMS 2015
Mammoth 89	5	64.84	±5.31	29.28	±5.54	5.88	±0.91	LAMS 2015
Horse 91	3	51.48	±3.74	44.52	±4.47	4.01	±0.74	LAMS 2016
Mammoth 92	2	31.48	±0.00	65.52	±0.00	3.01	±0.00	LAMS 2016
Bison 93	5	65.17	±4.91	29.70	±5.76	5.12	±0.95	LAMS 2015
Mammoth 94	5	66.02	±4.19	32.04	±4.67	1.94	±0.63	LAMS 2015
Horse 95	5	65.68	±3.07	28.02	±3.63	6.30	±1.01	LAMS 2015
Rhinoceros 96	4	67.01	±2.78	26.73	±2.84	6.26	±0.81	LAMS 2015
Horse 99	2	56.54	±0.02	15.35	±1.26	28.11	±1.24	LAMS 2016
Bison 100	2	65.00	±2.00	28.00	±1.41	6.50	±0.50	Beck et al 2012. 2014
Bison 100	12	68.28	±3.59	21.52	±5.16	10.20	±2.49	LAMS 2014, 2015, 2016
Bison 101	7	62.55	±5.82	10.24	±4.15	27.21	±4.39	LAMS 2014, 2016
Ibex 102	3	62.00	±1.00	19.33	±1.15	18.67	±0.58	Beck et al 2012. 2014
Ibex 102	5	62.36	±3.94	17.97	±5.87	19.67	±2.39	LAMS 2014
Ibex 103	4	66.11	±1.76	12.65	±1.67	21.24	±0.34	LAMS 2014
Ibex 104	3	59.57	±2.19	21.61	±2.33	18.82	±0.83	LAMS 2014
Ibex 106	4	53.19	±1.43	21.49	±3.06	25.32	±1.89	LAMS 2016
Mammoth 107	2	63.5	±3.54	31.00	±4.24	5.5	±0.71	Beck et al 2012. 2014
Mammoth 107	9	70.32	±3.26	21.56	±3.35	8.12	±0.78	LAMS 2013, 2014
Rhinoceros 108	3	70.00	±3.01	23.47	±3.86	6.53	±0.85	LAMS 2014
Ibex 109	3	82.94	±1.44	9.62	±1.22	7.44	±0.57	LAMS 2013
Ibex 110	3	62.32	±2.42	15.52	±3.96	22.16	±1.55	LAMS 2013
Mammoth 111	3	78.50	±2.54	13.86	±1.28	7.64	±1.27	LAMS 2013
Ibex 112	4	62.09	±7.65	30.05	±8.31	7.86	±0.82	LAMS 2013, 2014
Ibex 113	5 (head)	63.05	±6.74	33.79	±6.86	3.16	±0.70	LAMS 2015
	3 (leg)	56.31	±10.81	36.76	±11.48	6.93	±0.74	
Bison 114	4	57.63	±5.87	36.10	±6.52	6.27	±0.88	LAMS 2014, 2015
Bison 116	4	73.05	±6.77	18.64	±6.45	8.30	±0.65	LAMS 2015
Ibex 117	4	67.82	±4.30	25.74	±3.58	6.44	±1.74	LAMS 2014
Mammoth 121	4	66.99	±3.81	28.08	±4.05	4.93	±0.43	LAMS 2015
Mammoth 122	3 (head)	58.88	±5.39	37.60	±5.28	3.53	±0.49	LAMS 2015
	4 (coat)	62.93	±3.07	31.18	±3.58	5.88	±0.53	

Mammoth 123	4	71.55	±1.58	20.61	±0.93	7.84	±1.34	LAMS 2015
Bison 126	3	53.68	±1.99	19.09	±3.91	27.22	±1.92	LAMS 2016

Table C. Results of the superimposition study.

1 st drawing	2 nd drawing	3 rd drawing	4 th drawing
Mammoth 118	Bison 116	Mammoth 115	
Mammoth 122	Ibex 117		
Mammoth 122	Mammoth 121		
Mammoth 111	Ibex 109	Ibex 110	
Bison 101	Mammoth 107	Ibex 110	
Mammoth 107	Ibex 109		
Mammoth 125	Woolly rhinoceros 96	Horse 95	
Bison 93	Mammoth 94		
Mammoth 90	Mammoth 92		
Horse 84	Mammoth 86	Horse 85	Mammoth 81
Ibex 79	Ibex 78		
Mammoth 74	Bison 73		
Ibex 79	Mammoth 77		
Mammoth 71	Horse 69	Bison 68	

References

^{1.} Barrière, C. (1982) L'art pariétal de Rouffignac; eds. Picard, Fondation Singer-Polignac, Paris.