

PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS OF RAW DOMESTIC SEWAGE

Audrey BRETON, Claire VIALLE, Claire ALBASI, Mireille
MONTREJAUD-VIGNOLES, Christian VIGNOLES, Patrice GALLIEN
and Caroline SABLAYROLLES

Collaborations

University of Toulouse

Companies



Laboratoire de Chimie Agro-Industrielle
Laboratoire de Génie Chimique



Audrey BRETON (PhD)
Claire VIALLE
Claire ALBASI

Mireille MONTREJAUD-VIGNOLES
Caroline SABLAYROLLES

Christian VIGNOLES

Patrice GALLIEN

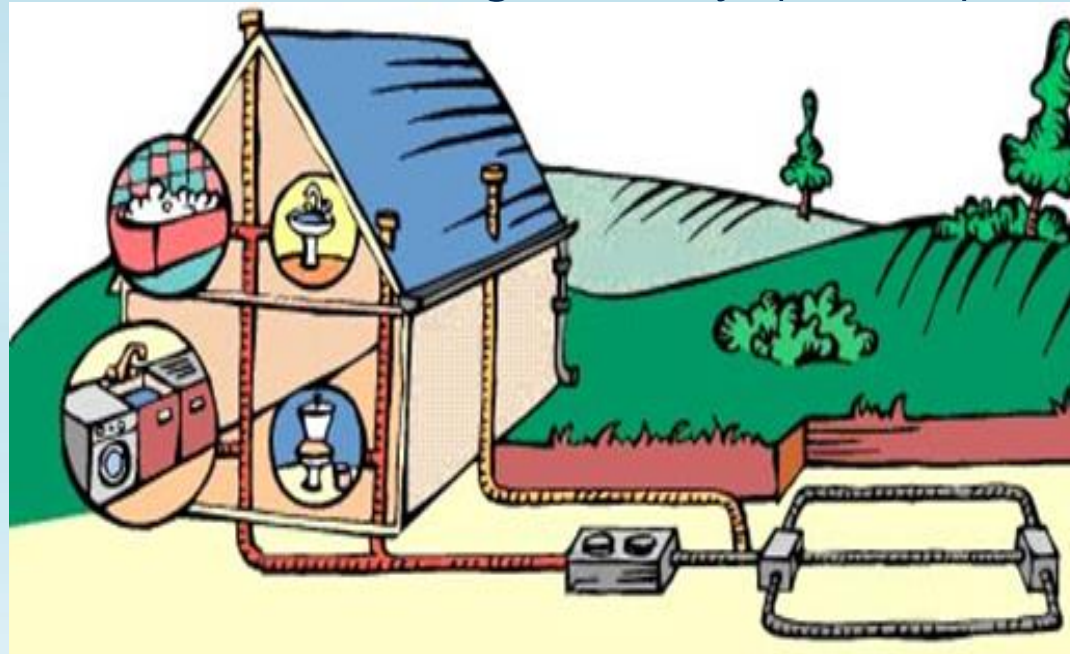
Context and objective

Context

On site sanitation = decentralized sanitation

In France → 13 millions of people

On site sewage facility (OSSF)



Context and objective

Context

On site sanitation = decentralized sanitation

In France → 13 millions of people

Objective

What are characteristics of raw wastewater from single houses ?

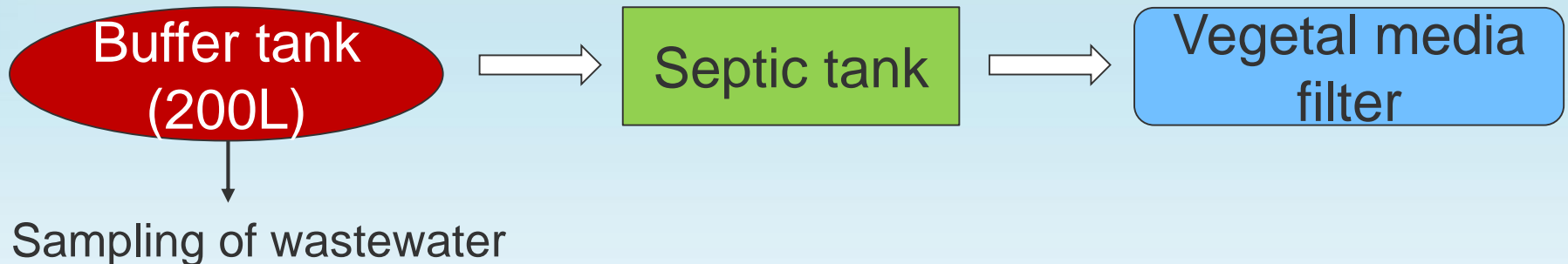
1. Methodology (1)

Sites description

Site	Number of persons
A	3 adults 1 child 2 babies
B	2 adults 1 adolescent
C	2 adults 2 adolescents
D	2 adults
E	5 adults
G	2 adults

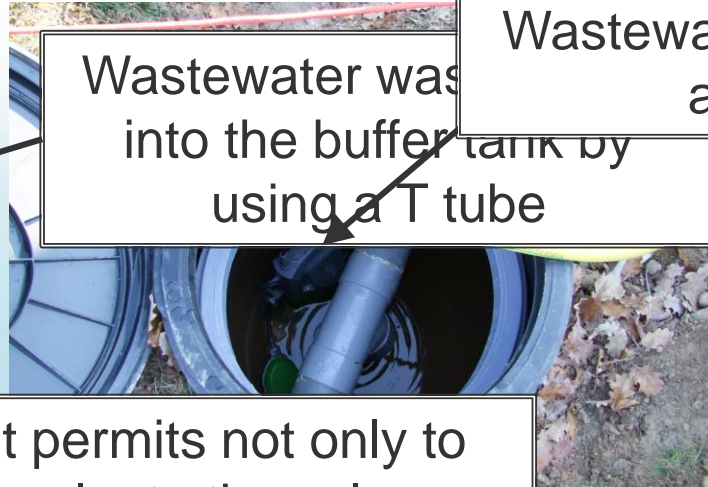


- Construction on the same model



1. Methodology (2)

Raw domestic wastewater sampling

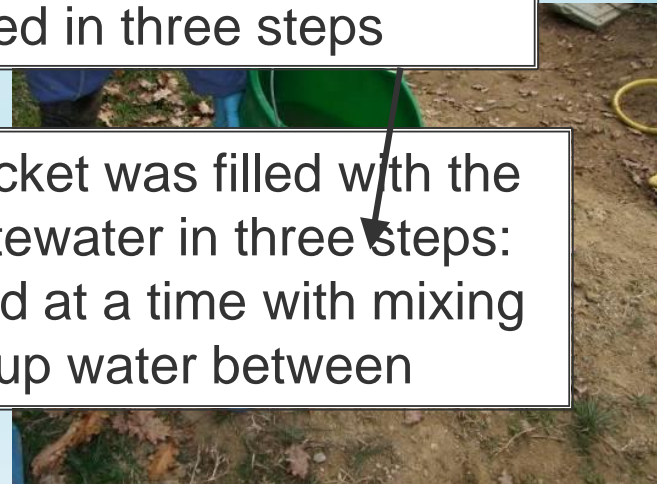


Wastewater was pumped into the buffer tank by using a T tube

Wastewater was pumped to an 1m³ tank

It permits not only to evaluate the volume discharged but also to homogenize

Sample bottles were similarly filled in three steps



A bucket was filled with the wastewater in three steps: a third at a time with mixing up water between

1. Methodology (3)

Raw domestic wastewater analysis

- Sampling
 - before entry into septic tank
 - during 24h
 - for a whole week

- Two campaigns were performed on each site

*Normalised methods
Accredited laboratory*

Parameter	unit
Chemical Oxygen Demand (COD)	mgO ₂ .L ⁻¹
Biological Oxygen Demand (BOD ₅)	mgO ₂ .L ⁻¹
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mgN.L ⁻¹
Total Phosphorus (P _{tot})	mgP.L ⁻¹
Total Suspended Solids (TSS)	mg.L ⁻¹

1. Methodology (4)

Domestic wastewater uses

- At the start of each campaign:
 - Questionnaire was distributed in order to collect information concerning usages of water over the week
 - It permits to collect data on:
 - Number of toilet flushes
 - Number of machine washes
 - Number of meals
 - Number of showers

NOM

FICHE DE RENSEIGNEMENT CAMPAGNE EAU BRUTE

Cette fiche vous est remise le jour de pose des équipements de prélèvement des eaux brutes, et sera collectée le lendemain lors du rempli du matériel. Il est impératif de la mettre à disposition des personnes qui vont récupérer le matériel de prélèvement, surtout si vous deviez n'être pas présent lors de ce rempli.

Il est très important pour notre étude que vous consigniez soigneusement et de façon détaillée les différents usages de l'eau au cours de la période de prélèvement.

→ Usages de l'eau pendant les 24h de la campagne de prélèvement

Merci de renseigner le tableau suivant de façon à ce que vos usages de l'eau correspondent à la période de prélèvement 24h. Une ligne d'exemple est reproduite en bleu ci-après :

PERIODE de 24h	Nombre de passages	Nombre de passages de prélèvement des passages (si aucun)	Nombre de courses	Nombre de lavages	Nombre de lavages (détailés)	Nombre de lavages (détailés)	Nombre de repas complétés (détailés)	Nombre de passages de prélèvement des passages (si aucun)	Nombre de passages de prélèvement des passages (si aucun)	Adresses avec lesquelles vous avez communiqué
exemple	2	N°1 et 2, adresse de tel. N°3 (pas de tel. N°4)	2	0	2	1	4	X X X X X X X X	X X	adresse de tel. N°1, N°2, N°3, N°4, N°5, N°6, N°7, N°8, N°9, N°10, N°11, N°12, N°13, N°14, N°15, N°16, N°17, N°18, N°19, N°20, N°21, N°22, N°23, N°24, N°25, N°26, N°27, N°28, N°29, N°30, N°31, N°32, N°33, N°34, N°35, N°36, N°37, N°38, N°39, N°40, N°41, N°42, N°43, N°44, N°45, N°46, N°47, N°48, N°49, N°50, N°51, N°52, N°53, N°54, N°55, N°56, N°57, N°58, N°59, N°60, N°61, N°62, N°63, N°64, N°65, N°66, N°67, N°68, N°69, N°70, N°71, N°72, N°73, N°74, N°75, N°76, N°77, N°78, N°79, N°80, N°81, N°82, N°83, N°84, N°85, N°86, N°87, N°88, N°89, N°90, N°91, N°92, N°93, N°94, N°95, N°96, N°97, N°98, N°99, N°100, N°101, N°102, N°103, N°104, N°105, N°106, N°107, N°108, N°109, N°110, N°111, N°112, N°113, N°114, N°115, N°116, N°117, N°118, N°119, N°120, N°121, N°122, N°123, N°124, N°125, N°126, N°127, N°128, N°129, N°130, N°131, N°132, N°133, N°134, N°135, N°136, N°137, N°138, N°139, N°140, N°141, N°142, N°143, N°144, N°145, N°146, N°147, N°148, N°149, N°150, N°151, N°152, N°153, N°154, N°155, N°156, N°157, N°158, N°159, N°160, N°161, N°162, N°163, N°164, N°165, N°166, N°167, N°168, N°169, N°170, N°171, N°172, N°173, N°174, N°175, N°176, N°177, N°178, N°179, N°180, N°181, N°182, N°183, N°184, N°185, N°186, N°187, N°188, N°189, N°190, N°191, N°192, N°193, N°194, N°195, N°196, N°197, N°198, N°199, N°200, N°201, N°202, N°203, N°204, N°205, N°206, N°207, N°208, N°209, N°210, N°211, N°212, N°213, N°214, N°215, N°216, N°217, N°218, N°219, N°220, N°221, N°222, N°223, N°224, N°225, N°226, N°227, N°228, N°229, N°230, N°231, N°232, N°233, N°234, N°235, N°236, N°237, N°238, N°239, N°240, N°241, N°242, N°243, N°244, N°245, N°246, N°247, N°248, N°249, N°250, N°251, N°252, N°253, N°254, N°255, N°256, N°257, N°258, N°259, N°260, N°261, N°262, N°263, N°264, N°265, N°266, N°267, N°268, N°269, N°270, N°271, N°272, N°273, N°274, N°275, N°276, N°277, N°278, N°279, N°280, N°281, N°282, N°283, N°284, N°285, N°286, N°287, N°288, N°289, N°290, N°291, N°292, N°293, N°294, N°295, N°296, N°297, N°298, N°299, N°300, N°301, N°302, N°303, N°304, N°305, N°306, N°307, N°308, N°309, N°310, N°311, N°312, N°313, N°314, N°315, N°316, N°317, N°318, N°319, N°320, N°321, N°322, N°323, N°324, N°325, N°326, N°327, N°328, N°329, N°330, N°331, N°332, N°333, N°334, N°335, N°336, N°337, N°338, N°339, N°340, N°341, N°342, N°343, N°344, N°345, N°346, N°347, N°348, N°349, N°350, N°351, N°352, N°353, N°354, N°355, N°356, N°357, N°358, N°359, N°360, N°361, N°362, N°363, N°364, N°365, N°366, N°367, N°368, N°369, N°370, N°371, N°372, N°373, N°374, N°375, N°376, N°377, N°378, N°379, N°380, N°381, N°382, N°383, N°384, N°385, N°386, N°387, N°388, N°389, N°390, N°391, N°392, N°393, N°394, N°395, N°396, N°397, N°398, N°399, N°400, N°401, N°402, N°403, N°404, N°405, N°406, N°407, N°408, N°409, N°410, N°411, N°412, N°413, N°414, N°415, N°416, N°417, N°418, N°419, N°420, N°421, N°422, N°423, N°424, N°425, N°426, N°427, N°428, N°429, N°430, N°431, N°432, N°433, N°434, N°435, N°436, N°437, N°438, N°439, N°440, N°441, N°442, N°443, N°444, N°445, N°446, N°447, N°448, N°449, N°450, N°451, N°452, N°453, N°454, N°455, N°456, N°457, N°458, N°459, N°460, N°461, N°462, N°463, N°464, N°465, N°466, N°467, N°468, N°469, N°470, N°471, N°472, N°473, N°474, N°475, N°476, N°477, N°478, N°479, N°480, N°481, N°482, N°483, N°484, N°485, N°486, N°487, N°488, N°489, N°490, N°491, N°492, N°493, N°494, N°495, N°496, N°497, N°498, N°499, N°500, N°501, N°502, N°503, N°504, N°505, N°506, N°507, N°508, N°509, N°510, N°511, N°512, N°513, N°514, N°515, N°516, N°517, N°518, N°519, N°520, N°521, N°522, N°523, N°524, N°525, N°526, N°527, N°528, N°529, N°530, N°531, N°532, N°533, N°534, N°535, N°536, N°537, N°538, N°539, N°540, N°541, N°542, N°543, N°544, N°545, N°546, N°547, N°548, N°549, N°550, N°551, N°552, N°553, N°554, N°555, N°556, N°557, N°558, N°559, N°560, N°561, N°562, N°563, N°564, N°565, N°566, N°567, N°568, N°569, N°570, N°571, N°572, N°573, N°574, N°575, N°576, N°577, N°578, N°579, N°580, N°581, N°582, N°583, N°584, N°585, N°586, N°587, N°588, N°589, N°590, N°591, N°592, N°593, N°594, N°595, N°596, N°597, N°598, N°599, N°600, N°601, N°602, N°603, N°604, N°605, N°606, N°607, N°608, N°609, N°610, N°611, N°612, N°613, N°614, N°615, N°616, N°617, N°618, N°619, N°620, N°621, N°622, N°623, N°624, N°625, N°626, N°627, N°628, N°629, N°630, N°631, N°632, N°633, N°634, N°635, N°636, N°637, N°638, N°639, N°640, N°641, N°642, N°643, N°644, N°645, N°646, N°647, N°648, N°649, N°650, N°651, N°652, N°653, N°654, N°655, N°656, N°657, N°658, N°659, N°660, N°661, N°662, N°663, N°664, N°665, N°666, N°667, N°668, N°669, N°670, N°671, N°672, N°673, N°674, N°675, N°676, N°677, N°678, N°679, N°680, N°681, N°682, N°683, N°684, N°685, N°686, N°687, N°688, N°689, N°690, N°691, N°692, N°693, N°694, N°695, N°696, N°697, N°698, N°699, N°700, N°701, N°702, N°703, N°704, N°705, N°706, N°707, N°708, N°709, N°710, N°711, N°712, N°713, N°714, N°715, N°716, N°717, N°718, N°719, N°720, N°721, N°722, N°723, N°724, N°725, N°726, N°727, N°728, N°729, N°730, N°731, N°732, N°733, N°734, N°735, N°736, N°737, N°738, N°739, N°740, N°741, N°742, N°743, N°744, N°745, N°746, N°747, N°748, N°749, N°750, N°751, N°752, N°753, N°754, N°755, N°756, N°757, N°758, N°759, N°760, N°761, N°762, N°763, N°764, N°765, N°766, N°767, N°768, N°769, N°770, N°771, N°772, N°773, N°774, N°775, N°776, N°777, N°778, N°779, N°780, N°781, N°782, N°783, N°784, N°785, N°786, N°787, N°788, N°789, N°790, N°791, N°792, N°793, N°794, N°795, N°796, N°797, N°798, N°799, N°800, N°801, N°802, N°803, N°804, N°805, N°806, N°807, N°808, N°809, N°810, N°811, N°812, N°813, N°814, N°815, N°816, N°817, N°818, N°819, N°820, N°821, N°822, N°823, N°824, N°825, N°826, N°827, N°828, N°829, N°830, N°831, N°832, N°833, N°834, N°835, N°836, N°837, N°838, N°839, N°840, N°841, N°842, N°843, N°844, N°845, N°846, N°847, N°848, N°849, N°850, N°851, N°852, N°853, N°854, N°855, N°856, N°857, N°858, N°859, N°860, N°861, N°862, N°863, N°864, N°865, N°866, N°867, N°868, N°869, N°870, N°871, N°872, N°873, N°874, N°875, N°876, N°877, N°878, N°879, N°880, N°881, N°882, N°883, N°884, N°885, N°886, N°887, N°888, N°889, N°890, N°891, N°892, N°893, N°894, N°895, N°896, N°897, N°898, N°899, N°900, N°901, N°902, N°903, N°904, N°905, N°906, N°907, N°908, N°909, N°910, N°911, N°912, N°913, N°914, N°915, N°916, N°917, N°918, N°919, N°920, N°921, N°922, N°923, N°924, N°925, N°926, N°927, N°928, N°929, N°930, N°931, N°932, N°933, N°934, N°935, N°936, N°937, N°938, N°939, N°940, N°941, N°942, N°943, N°944, N°945, N°946, N°947, N°948, N°949, N°950, N°951, N°952, N°953, N°954, N°955, N°956, N°957, N°958, N°959, N°960, N°961, N°962, N°963, N°964, N°965, N°966, N°967, N°968, N°969, N°970, N°971, N°972, N°973, N°974, N°975, N°976, N°977, N°978, N°979, N°980, N°981, N°982, N°983, N°984, N°985, N°986, N°987, N°988, N°989, N°990, N°991, N°992, N°993, N°994, N°995, N°996, N°997, N°998, N°999, N°1000
Vos usages jour 1										
Vos usages jour 2										
Vos usages jour 3										
Vos usages jour 4										
Vos usages jour 5										
Vos usages jour 6										
Vos usages jour 7										

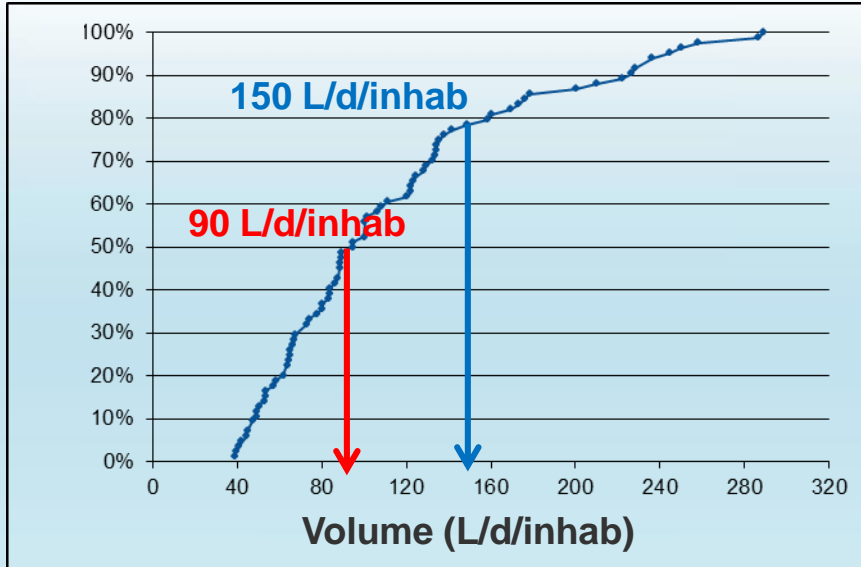
Précision : une personne venant juste prendre un repas chez vous durant ces 24 heures de prélèvement ne doit pas être mentionnée (mais le repas oui, et le passage aux WC également). Par contre les personnes ayant séjourné à votre domicile (nuitée) sont bien à comptabiliser.

2. Results on raw domestic wastewater (1)

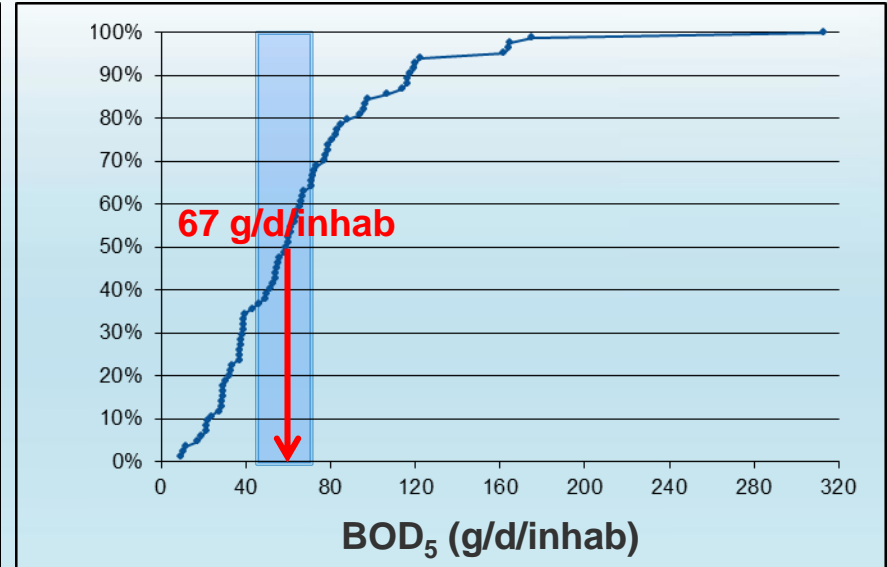
Legend:
On the field
Definition of a person
equivalent

Daily loads

Cumulative frequency (%)



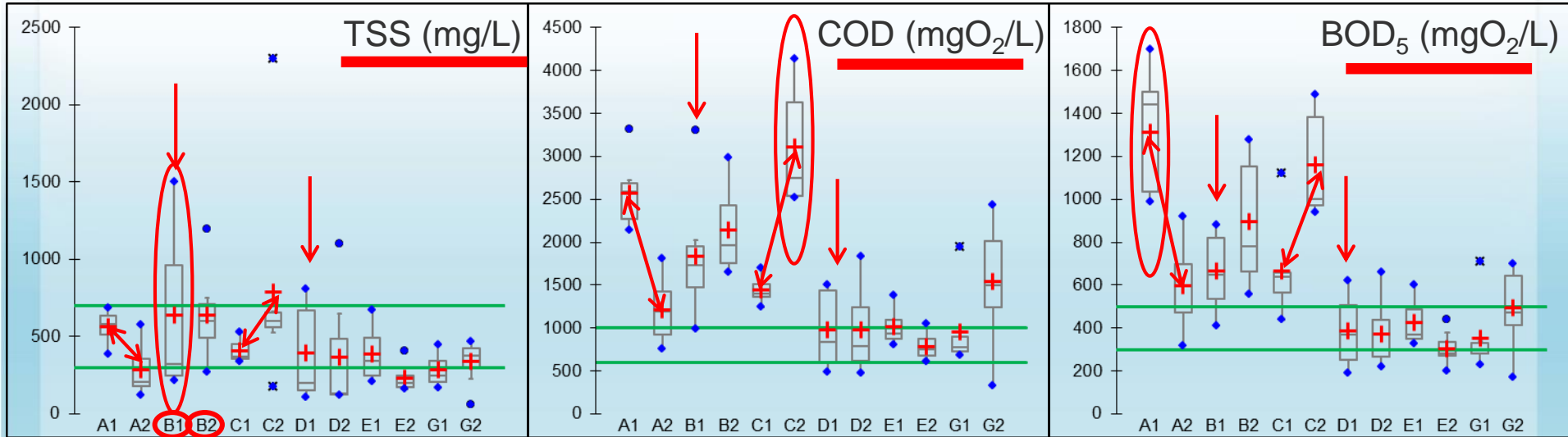
Cumulative frequency (%)



- Mean volume: 90 L/d/hab
- Measured volumes are 1.5 less than those used to test OSSF
- Mean organic load comparable to the person equivalent definition
 - **More concentrated effluents on the field**

2. Results on raw domestic wastewater (2)

Concentrations results



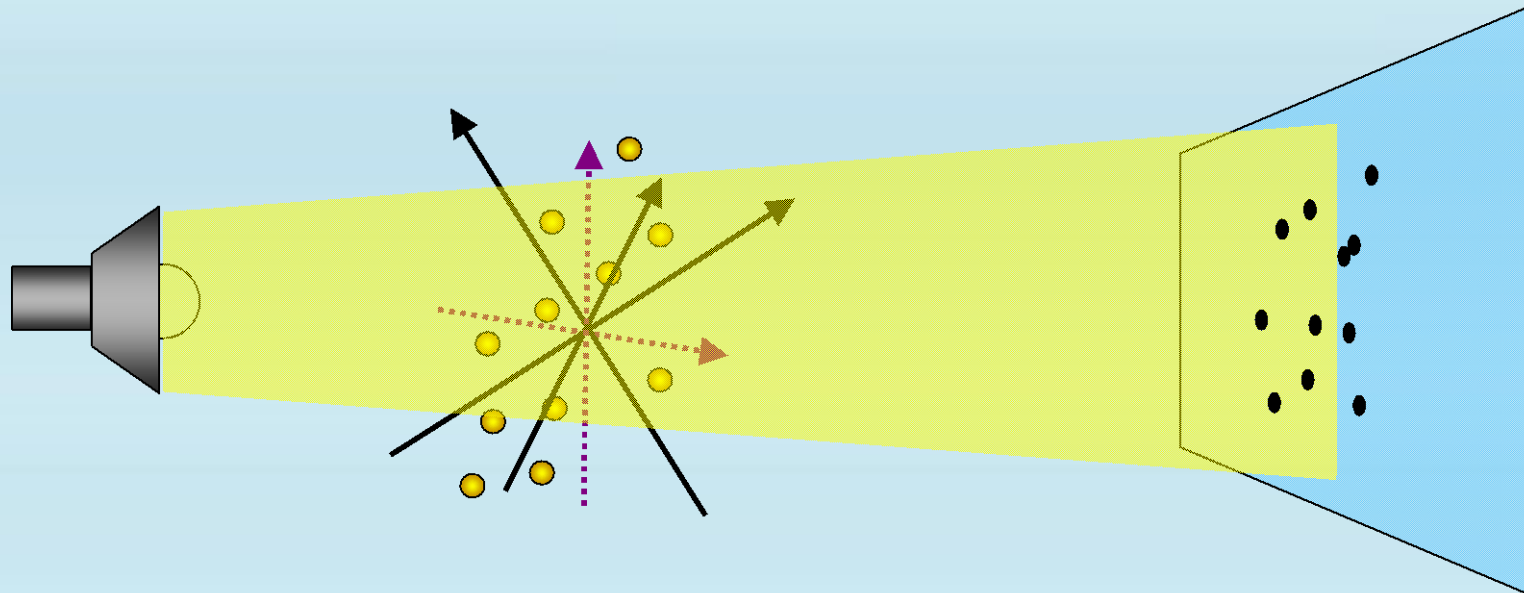
green lines: maximum and minimum values for the different parameters as stipulated under the French, 7 September 2009 decree

- Variation in concentrations between different samples taken over one week at the same site
 - Variation in values from one site to another
 - Variation in concentrations between the two campaigns for the same site
 - Site A: average concentration divided by 2 from one campaign to the other
- Not common behavior: study on possible correlations between results

2. Results on raw domestic wastewater (3)

Principal component analysis

- PCA is a mathematical procedure:
 - To summarize a table using a small number of factors while retaining the maximum amount of variability present in the initial data set.



Representation of the data set in a reduced space without losing too much of the information

2. Results on raw domestic wastewater (4)

PCA results – First part

- Data coming of all France
- 185 samplings
- 6 parameters per sampling

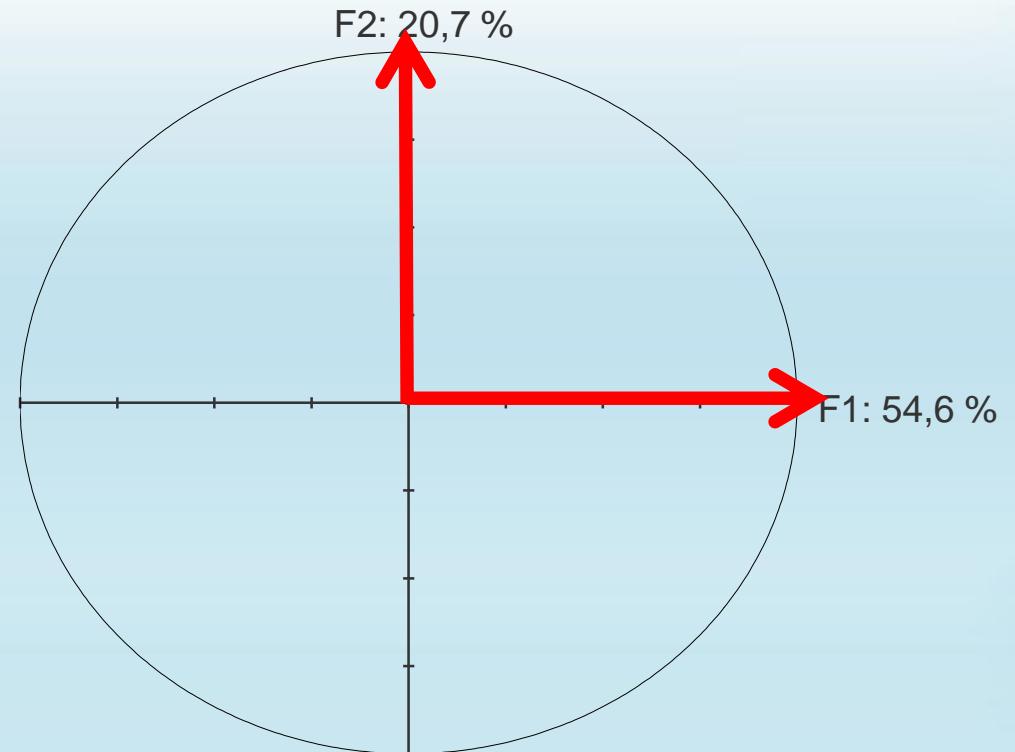
Data Matrix: 1 110 data

2. Results on raw domestic wastewater (4)

PCA results – First part

- Data coming of all France
- 185 samplings
- 6 parameters per sampling

Data Matrix: 1 110 data

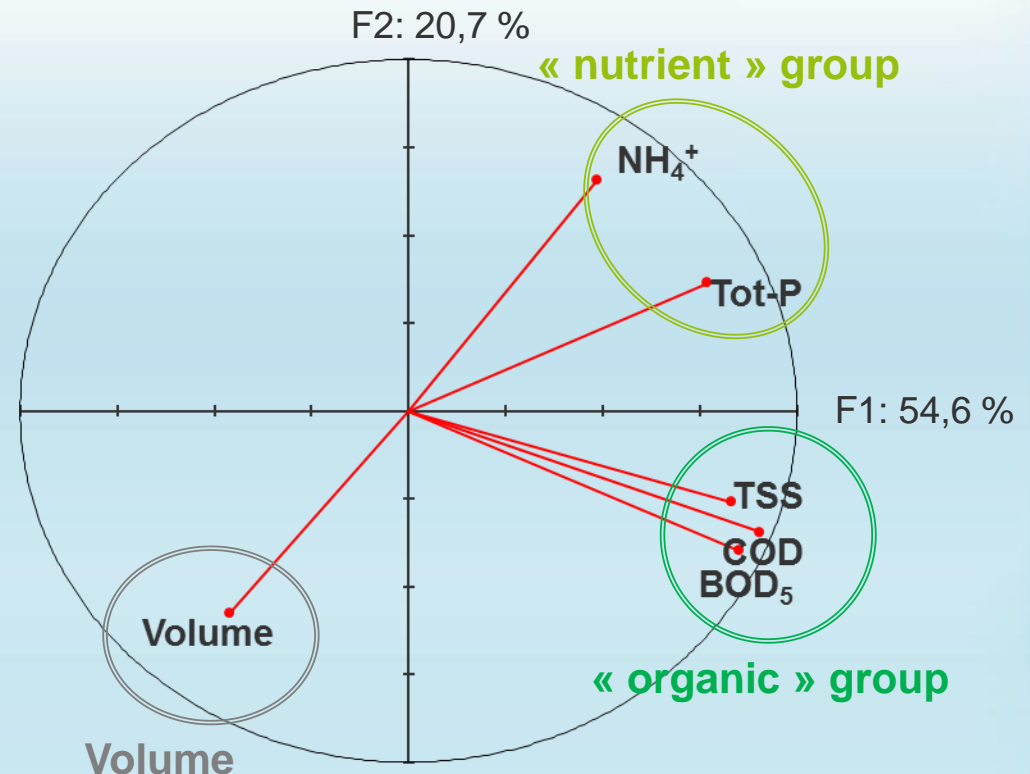


F1-F2 ~ 75 % initial inertia

2. Results on raw domestic wastewater (5)

PCA results – First part

- Representation of parameters in correlation circle:
 - A parameter is all the more well represented as it is near the edge of the circle
 - Two collinear parameters are significantly correlated
 - Two orthogonal parameters are significantly uncorrelated



F1-F2 ~ 75 % initial inertia

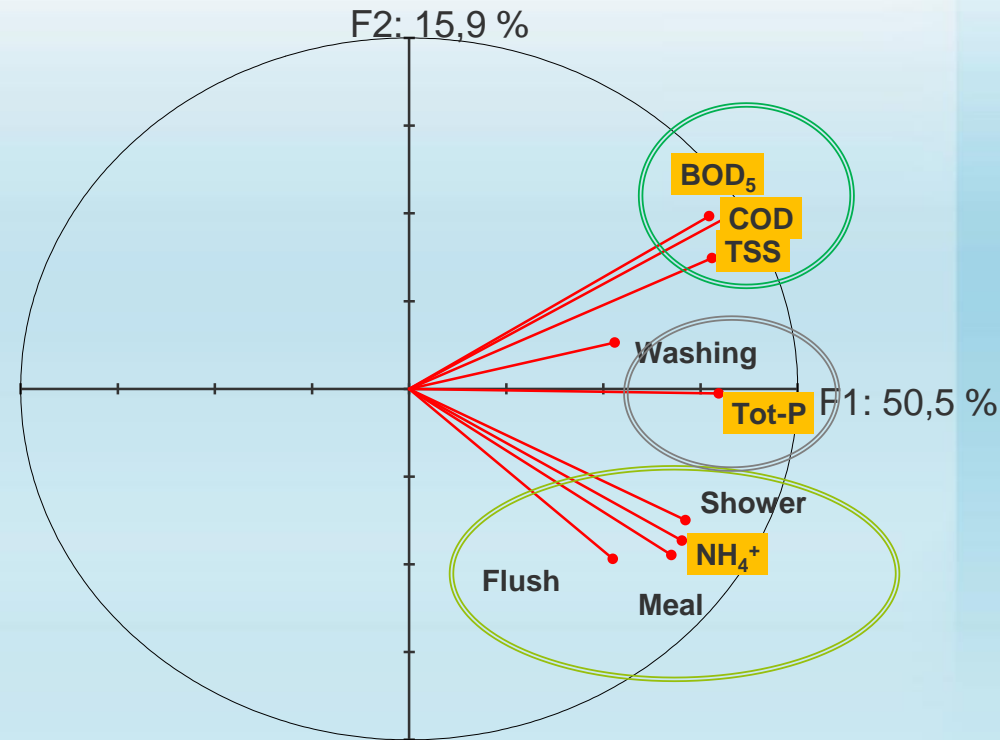
2. Results on raw domestic wastewater (6)

PCA results – Second part

- Data coming from questionnaires
- 169 samplings
- 9 parameters

Data Matrix: 1 521 data

- NH_4^+ are correlated with the number of showers, meals and toilet flushes.
- Tot-P and the number of machine washes not correlated with other parameters
- TSS, COD and BOD are not correlated with the data from the occupants' daily behavior



F1-F2 ~ 66 % initial inertia

Conclusions (1)

What are characteristics of raw wastewater from single houses ?

- Person equivalent definition is used to dimension and test on site sewage facilities / Single house domestic effluents are more concentrated
 - It must be taken into account to avoid malfunctions

Conclusions (1)

What are characteristics of raw wastewater from single houses ?

- Person equivalent definition is used to dimension and test on site sewage facilities / Single house domestic effluents are more concentrated
 - It must be taken into account to avoid malfunctions
- Concentrations of the different parameters analyzed, show that wastewater discharged by the occupants is very variable:
 - From one habitation to another
 - Between days of week for the same habitation
 - Between the two campaigns for the same family

→ It is impossible to obtain a raw domestic wastewater characteristics 'benchmark' model

Conclusions (2)

What are characteristics of raw wastewater from single houses ?

- Principal component analysis shows :
 - 3 groups / 3 behaviors :
 - «organic» group → COD, BOD₅ and TSS
 - « nutrient » group → NH₄⁺ and P_T
 - Volume

→ In order to characterize raw domestic wastewater, it is necessary to monitor at least one parameter of each group.

For example: Volume, NH₄⁺ and COD or BOD₅

- The ammonium ions are clearly linked to the number of meals, showers and toilet flushes
- The total phosphorus parameter is depending on the number of machine washes

Technical support

Guillaume BUSSET

Olivier LEON

Christophe CAMBON

Financial support



Thank you for your attention